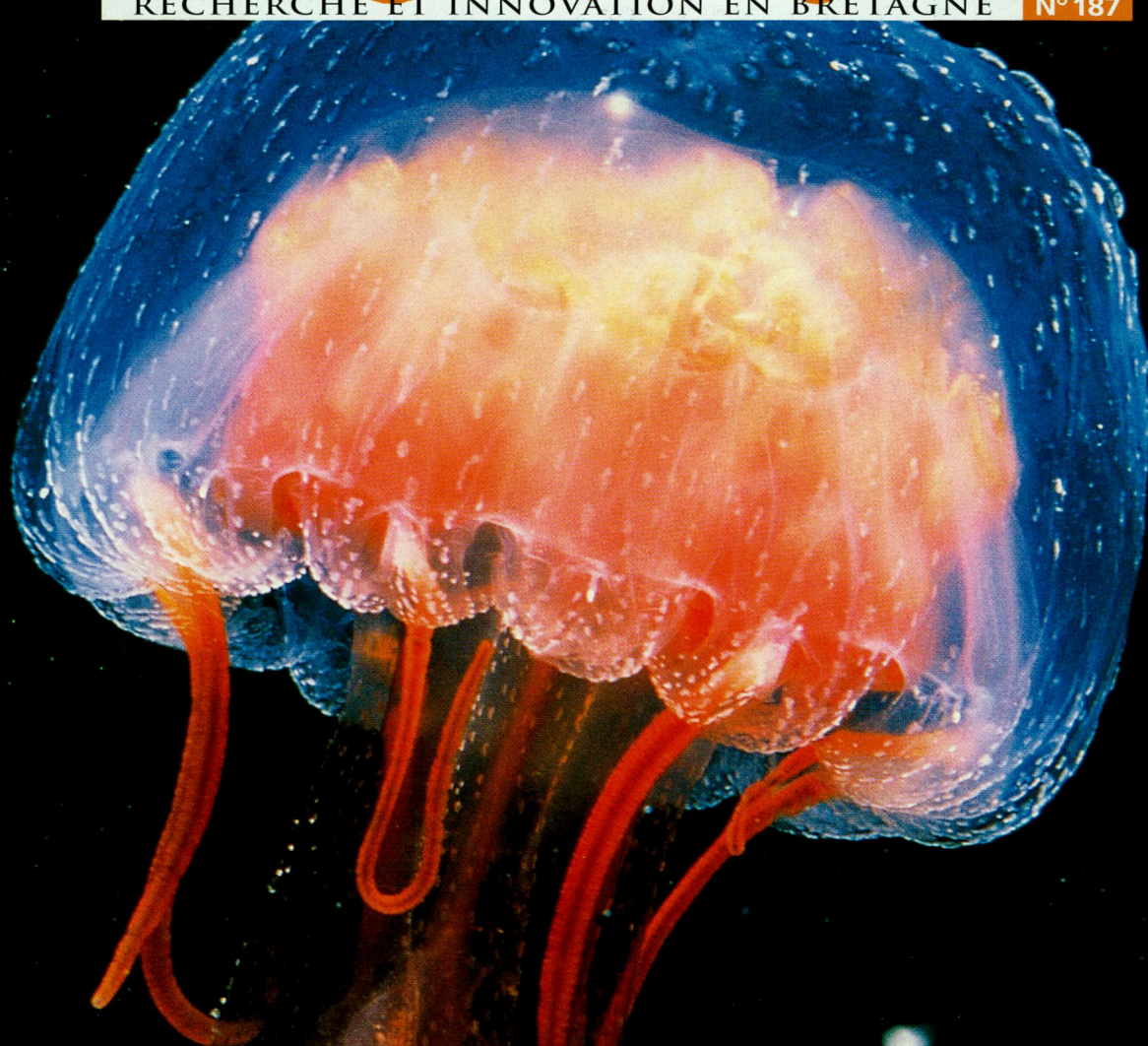


SCIENCES

Ouest

RECHERCHE ET INNOVATION EN BRETAGNE N° 187



Les Meduses

AVRIL 2002 / 3 €



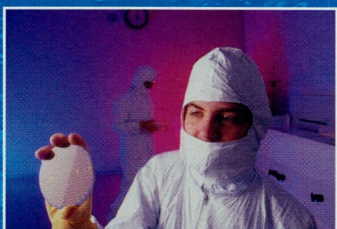
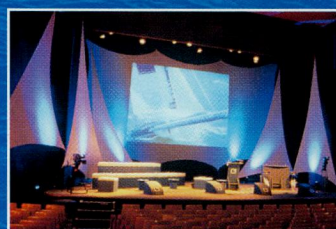
SAINT-MALO

BRETAGNE



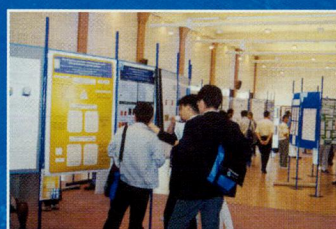
FORFAITS "SCIENTIFIQUES"

Congrès, Réunions, Écoles scientifiques...
Forfait hébergement-restauration
à partir de 63 € TTC
par personne et par jour



PALAIS DU
GRAND LARGE
SAINT-MALO

Travaillez au Palais, Respirez au Grand Large !



I, QUAI DUGUAY-TROUIN - BP 109 - 35407 SAINT-MALO CEDEX

TEL. 02 99 20 60 20 - FAX 02 99 20 60 30

email : contact@pgl-congres.com - site Web : www.pgl-congres.com

LES MÉDUSES AU PROGRAMME

MICHEL CABARET
DIRECTEUR
DE L'ESPACE DES
SCIENCES

A lors que l'exposition "La vie lactée" a reçu un très bon accueil, notamment auprès des enfants, l'Espace des sciences ouvre, en ce mois d'avril, sur une nouvelle création "Le miroir de Méduse". Cette exposition est le résultat d'un travail mené en parfaite coopération avec le Muséum national d'histoire naturelle, sous le conseil scientifique de Jacqueline Goy, chercheur-enseignante passionnée par ces animaux. L'exposition met en valeur un aspect qui lui tenait depuis longtemps à cœur : un parallèle entre la biologie de l'animal, un thème déjà extrêmement riche et l'histoire, souvent méconnue, de la première apparition de Méduse dans la mythologie. L'ensemble des éléments réunis en feront, je l'espère, un thème attractif pour le public.

Sciences Ouest profite de l'occasion et consacre son dossier à ces animaux étranges et extraordinaires, avec la présentation de travaux de recherche réalisés en particulier à la station biologique de Roscoff dans les années 30. Les méduses sont prisées des industriels qui valorisent leur collagène et leur fibrilline et c'est avec intérêt que l'on retiendra qu'une entreprise basée à Fougères en réalise l'exploitation.

Sciences Ouest fait l'écho des 10 ans du campus de Ker Lann - une fête à laquelle nous nous sommes associés par la présentation de très beaux clichés de microscopie électronique à balayage dans le hall de l'École normale supérieure Cachan - et relate également l'actualité scientifique à Brest - mois de la science et conférences à la mémoire de l'*Erika* -. Une découverte importante et tout juste publiée est aussi au sommaire : la mise en évidence, par une équipe de la station biologique de Roscoff, de l'influence d'un pesticide dans la division cellulaire...

En espérant avoir le plaisir de vous accueillir prochainement à l'Espace des sciences, je vous souhaite, pour l'heure, une bonne lecture. ■



- sympa mon nouveau
chapeau, hein ?



- Je l'ai baptisé
"méduse rasta"



- et ça marche...
je suis médusé...



SCIENCES *Ouest*

RESEARCH AND INNOVATION IN BRITTANY

ABSTRACTS FOR THE INTERNATIONAL ISSUE

SPOTLIGHT ON NEWS P.8

SAFER SEAS, MEMORIES OF THE ERIKA

The "Safer Seas" event held in Brest from 11th to 16th March attracted more than 600 people from 70 countries. *"Everybody knows that there is no such thing as a zero risk, whatever the method of transport concerned. However, there is no such thing as Fate either!"* said Paul Roncière, Secretary General for the Sea. This was also an opportunity to remind people that not everything is political or regulatory in nature and that scientists are equally capable of becoming pro-active when a crisis occurs. The conference provided a forum in which to compare and contrast experiences on a worldwide level and to highlight numerous ideas. The future European Maritime Safety Agency (proposed by France shortly after the wreck of the Erika) is expected to be approved by the European Parliament in the very near future. The only question remaining will be to decide on its location - Brest, Nantes, Barcelona or Lisbon? ■

SPOTLIGHT ON NEWS P.9

THE "SCIENCE MONTH" THE FOOD OF THE FUTURE?

The various food safety crises that have arisen over the last few years have tended to obscure the fact that food safety is not merely a question of prions or bacteria.

Nutrition and, more generally, the composition of food is of concern to consumers. Salt, nitrates, cholesterol, food allergens, additives, GMOs etc. have all given rise to anxiety. So, what will we be eating in the future? The Science Month in Brest has been a pretext for numerous events based on the topic of food. Gourmet walks, conferences and debates or scientific discussion forums have given the people of Brest a chance to meet experts in this field, e.g. doctors, industrialists and researchers. ■

SPOTLIGHT ON NEWS P.10

KER LANN CELEBRATES ITS 10TH ANNIVERSARY

Set up in 1992 by a decision of the Prefect, the Ker Lann Campus includes teaching and training establishments and innovative companies, all on the same site. In all, almost 4,300 students and 21 companies are already present on the campus and a further 6 projects are currently underway. Among the actions described by François Bareau, Development Manager, is the identification of areas of excellence drawing on Ker Lann's various disciplines and involving its various colleges and training centres. The launch of the Production Engineering Centre in April 2000 by the Breton branch of ENS Cachan, the Ecole Louis de Broglie and ENSAI, in partnership with PSA Peugeot Citroën and Legris SA, is a fine example of this. The

Production Engineering Centre, proof of the success and dynamism of the campus, has operated as an association since September 2001 and meetings are organised on a regular basis, each focussing on a specific topic. ■

SPOTLIGHT ON LABORATORIES P.11 PESTICIDES ARE UNSETTLING CELLS

The research team in Professor Robert Bellé's laboratory (Cell Cycle and Development at the Biological Research Station in Roscoff) has recently published some noted, and notable, results in the American review, "Chemical Research in Toxicology". The team has proved that very low doses (0.8%) of glyphosate (the main component of "Roundup", the product manufactured by the American company Monsanto) upset cell division in sea urchin embryos (*Sphaerechinus granularis*) fished in the roadstead off Brest. *"We have not talked about a cancerogenic substance but we can confirm that there is a non negligible risk"*, says Robert Bellé. However, he continues, *"this discovery is part of a much wider area of study. We are working to develop a test which would enable us to measure the action of any product on cell cycles, whether the product consisted of manmade or natural molecules."* ■

AN IN-DEPTH LOOK AT EXTRAORDINARY JELLYFISH

P.13/21

If, like me, you know nothing at all about jellyfish and if the word conjures up no more than stinging memories, you will no doubt be wondering how this jelly-like animal, this "coagulated water" as it was described by naturalist-doctor François Péron in 1810, can fill an entire in-depth article in *Sciences Ouest*.

Well, just listen to those who have taken the time to study these frail, transparent "sunshades", people such as Jacqueline Goy from the *Muséum national d'histoire naturelle*, the world's leading expert in

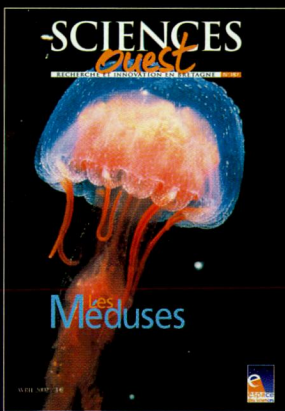
jellyfish, or André Toulmond from the zoological research station in Roscoff, another person who has fallen prey to the charms of these tentacular creatures. Listen to him enthusiastically describing the work of Georges Teissier, one of his lecturers and the author of works on fundamental discoveries about hydroids. The interviews reveal a fascinating world filled with fear and fascination, simplicity and diversity, early 20th-century scientific research and industrial optimisation, all against a background of mythology. You'll be amazed! ■

These abstracts in English are sent to foreign universities that have links with Brittany and to the Scientific Advisers in French Embassies, in an effort to widen the availability of scientific and technical information and promote the research carried out in Brittany.

If you would like to receive these abstracts on a regular basis, with a copy of the corresponding issue of *Sciences Ouest*, please contact Nathalie Blanc, Editor, fax +33 2 99 35 28 21, E-mail: lespace-des-sciences@wanadoo.fr



Brittany Regional Council is providing financial backing for this service.



Tirage du n°187 : 5 000 ex.
Dépôt légal n°650. ISSN 1623-7110

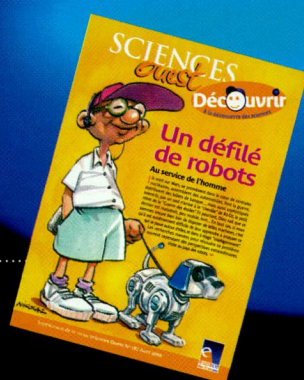
SCIENCES OUEST est rédigé et édité par l'Espace des sciences, Centre de culture scientifique technique et industrielle (Association loi de 1901), centre associé au Palais de la découverte ■ Espace des sciences, 6, place des Colombes, 35000 Rennes - espace-des-sciences@wanadoo.fr - nathalie.blanc@espace-sciences.org - http://www.espace-sciences.org - Tél. 02 99 35 28 22 - Fax 02 99 35 28 21

■ *Président de l'Espace des sciences :* Paul Tréhen. *Directeur de la publication :* Michel Cabaret. *Rédactrice en chef :* Nathalie Blanc. *Rédaction :* Jean François Collinot, Vincent Derrien. *Comité de lecture :* Christian Willaime (physique-chimie-matériaux), Gilbert Blanchard (biotechnologies-environnement), Carole Duigou (sciences humaines), Michel Branchard (génétique-biologie). *Abonnements :* Béatrice Texier. *Promotion :* Magali Colin. *Publicité :* AD Media - Alain Diard, tél. 02 99 67 76 67, e-mail info@admedia.fr

■ Sciences Ouest est publié grâce au soutien de la Région Bretagne, du ministère de l'Éducation nationale, de la Recherche et de la Technologie, des départements du Finistère et d'Ille-et-Vilaine, de la Ville de Rennes, de la Direction régionale des affaires culturelles et du Fonds social européen. Édition : l'Espace des sciences. Réalisation : Pierrick Bertot création graphique, 35510 Cesson-Sévigné. Impression : TPI, 35830 Betton.

EN BREF	6/7	
GROS PLAN Actualité Safer Seas La mémoire de l'Erika.....	8	
GROS PLAN Actualité Mois de la science Quelle alimentation pour demain ?.....	9	
GROS PLAN Actualité Ker Lann - Dix ans déjà	10	
GROS PLAN Laboratoire Les pesticides dérèglent les cellules.....	11	
DOSSIER Médusantes méduses	13	
La dame aux méduses	14/15	
Mystérieuses méduses.....	16/17	
Recherche et valorisation.....	18/19	
Les méduses de la Bretagne à la Grande-Bretagne	20/21	
Pour en savoir plus.....	21	
Développement européen	22	
 GROS PLAN Comment ça marche ? Poissons survoltés !	23	
AGENDA	24/25	
À L'ESPACE DES SCIENCES	26	

SCIENCES OUEST
sur Internet :
www.espace-sciences.org



Supplément Découvrir
Un défilé de robots

Du côté des entreprises

● CBB certifié



CBB Développement a reçu officiellement son certificat ISO 9001, le 25 février dernier, en présence du vice-président du Conseil régional, Auguste Génovèse et du représentant du Conseil général, le sénateur Philippe Nogrix, ex-directeur de CBB Développement. CBB Développement est l'un des premiers centres de transfert de technologies à obtenir cette certification pour la réalisation de prestations d'aide à l'innovation dans les domaines des biotechnologies et de la chimie fine, dont les applications se retrouvent dans les secteurs de l'environnement, de l'agroalimentaire et de l'alimentation animale, mais aussi de la cosmétique. L'obtention de cette certification récompense une volonté constante d'amélioration des performances et de la qualité des prestations, preuve de l'engagement de CBB Développement dans une démarche de progrès continue.

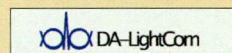
→Rens. : Nathalie Letaconnoux, tél. 02 99 38 33 30.

● Des PMI bretonnes récompensées

Deux entreprises de la technopole Anticipa de Lannion ont été primées au palmarès des jeunes PMI innovantes de l'Usine Nouvelle.



Cylor Technologies, dans la catégorie gestion de production, conçoit et fabrique des machines de dépose sur lignes de conditionnements automatisées. Son innovation : l'intégration, dans ces machines, de technologies avancées : identification en temps réel, interfaces de dialogue homme-machine conviviales, modules d'échanges de données informatiques, capteurs intelligents (vision et optique), modules de télémaintenance...



Pour la conception et la fabrication de ses modules optoélectroniques destinés à la transmission et à la distribution très haut débit, DA-LightCom, la seconde entreprise récompensée, bénéficie de deux brevets importants qui lui permettent de se lancer dans la réalisation de

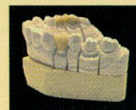
circuits intégrés à 40 Gb/s et de mettre au point sa gamme de produits à 10 Gb/s. Notons que, parmi les 10 entreprises citées dans le secteur des télécommunications, 4 étaient bretonnes !

→Rens. : Cylor Technologies, Patrick Giégan, tél. 02 96 40 64 96, DA-LightCom, Yan Haentjens, tél. 02 96 48 65 35.

● Prothèses dentaires et haute technologie



Le 4 mars dernier, sur le campus de Ker Lann, plus de 200 prothésistes dentaires du grand Ouest ont assisté à la présentation de deux nouveaux procédés de haute technologie. L'événement était retransmis par



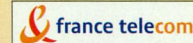
visioconférence à Clermont-Ferrand devant une cinquantaine d'autres personnes. Les deux systèmes (Cercor présenté par Cerusa Dental et Pro50 par la société Cynovad) traduisent l'évolution de la profession

avec le développement de la conception et la fabrication de prothèses assistées par ordinateur. Cette visioconférence s'est inscrite dans le cadre d'un stage de formation de deux jours avec démonstration et mise en pratique.

→Rens. : Maryvonne Lahaie Communication, tél. 02 23 42 44 10.

● e-potentiel

France Télécom a organisé, le 5 mars dernier à Cesson-Sévigné et le 4 avril à Brest, les

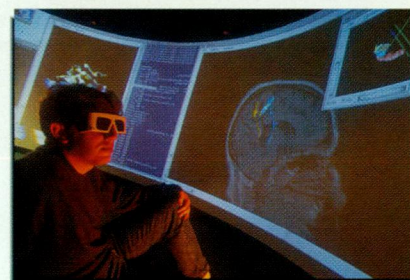


étapes bretonnes de son tour de France des e-potentiels. Le but : présenter aux entreprises les nombreuses applications offertes par le haut débit (800 Mb/s) dans les domaines de la réalité virtuelle, des visioconférences, du comportement de réseau, de la formation à distance, du télétravail... Le haut débit faisant également partie des attentes des particuliers, des journées portes ouvertes sont régulièrement organisées en Ille-et-Vilaine pour leur permettre de découvrir l'Internet rapide.

→Rens. : www.francetelecom.com/bretagne

IRISA

2002, l'IRISA entre dans une nouvelle dimension... Avec vous ?



Au cœur de la société de l'information, bénéficiant dans les prochaines années d'une croissance unique parmi les instituts de recherche européens, l'INRIA propose une très grande variété d'offres d'emplois.

Son centre de Rennes, l'IRISA, souhaite saisir cette opportunité pour renforcer et élargir ses thématiques de recherche. Participez en Bretagne à l'aventure de la recherche scientifique et du transfert technologique dans le domaine des sciences et techniques de l'informatique et de la communication.

Recrutements sur concours

Chercheurs,
Ingénieurs,
Techniciens,
Administratifs.

Accueils à durée déterminée

Jeunes diplômés (S Bac +4),
Enseignants chercheurs et
fonctionnaires en détachement,
Spécialistes issus du milieu industriel,
Spécialistes académiques étrangers.

Formation par la recherche

Doctorants, post-doctorants
en informatique,
traitement du signal,
mathématiques appliquées.



Dès maintenant, prenez contact avec nous !

<http://www.irisa.fr> ou adressez votre CV à
M. Claude Labit - IRISA - Campus de Beaulieu - 35042 Rennes Cedex.

Interroger la base
Page d'accueil

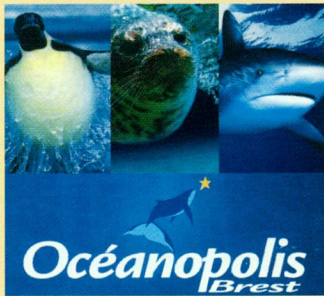
Née de la fusion de deux fonds, la bibliothèque historique de l'École constituée au fil du temps depuis sa création en 1945 (6675 références) et du fonds Yves Biraud (1020 références), la collection débute en 1820 mais l'essentiel du fonds se situe entre 1945 et nos jours. Enrichie constamment par des dons ou des acquisitions d'éditions anciennes ou actuelles, son originalité réside, outre dans la très grande diversité des pays éditeurs (70) et des langues (20), dans la variété des thématiques abordées.

On trouvera en effet, aux côtés des ouvrages majeurs en sciences humaines et des œuvres des grands spécialistes

Du côté des laboratoires

● SOS mammifères marins

18 février après-midi : le laboratoire d'étude des mammifères marins d'Océanopolis, coordonnateur du réseau d'échouage de Bretagne, était alerté par les pompiers de Pleubian (Côtes-d'Armor) qui leur signalaient la présence de cinq dauphins communs échoués sur la plage de Pen Lann. Un seul d'entre eux était mort, mais le bilan s'est alourdi en fin de journée avec la découverte de près de cent cinquante échouages dont une soixantaine ont été mortels. Aujourd'hui, l'hypothèse de l'accident est retenue, l'anse de Pen Lann étant considérée comme un labyrinthe de faible profondeur soumis à de forts



courants qui auraient piégé les mammifères. Les dauphins communs ont, de plus, un système acoustique adapté à la navigation au large, pouvant devenir inefficace dans les eaux peu profondes...

→Rens. : Sami Hassani, tél. 02 98 34 40 52,

Céline Liret, tél. 02 98 34 49 15.

● Deux millions de données !

La station Ifremer de Saint-Malo vient d'enregistrer la deux millionième donnée de la base Quadrige.

Cette banque de données est constituée des résultats des paramètres physiques, chimiques et biologiques de description de l'environnement littoral, collectés au sein des différents programmes de surveillance de l'Ifremer. Les premières données datent de 1974 pour la qualité générale et les contaminants, de 1984 pour le phytoplancton et les phytotoxines et de 1987 pour la microbiologie. Le tout étant le résultat du travail de toute une équipe de personnes, qui, tout au long du littoral français, prélèvent

et analysent les échantillons, saisissent les données.

→Rens. : Brigitte Millet, tél. 02 98 22 40 05.

● Les réflexions de l'Inra

Bertrand Hervieu, président de l'Inra, était à Rennes le 12 mars dernier,



dans le cadre de la réflexion stratégique à long terme (2020), développée actuellement par l'institut. Il a rencontré les responsables régionaux des organismes de recherche publics et de l'enseignement supérieur, avec lesquels il a pu échanger sur les dispositifs interorganismes, tels que la Génopole Ouest, ainsi que sur la formation par la recherche. Dans un deuxième temps, les réflexions ont porté sur la dynamique initiée par la signature de la charte pour le développement pérenne de l'agriculture et de l'agroalimentaire en Bretagne, incluant la reconquête de la qualité de l'eau, avec les acteurs du monde agricole, des associations et les représentants des collectivités locales.

→Rens. : Inra, service communication, tél. 02 23 48 58 22.

→ <http://www.ensp.fr/fonds>

L'École nationale de santé publique vient de mettre à disposition du grand public un fonds documentaire historique de l'école comportant plus de 7700 références. Il propose des ouvrages majeurs en sciences humaines, ainsi qu'un grand choix d'ouvrages scientifiques ayant trait à la santé publique depuis un siècle : protection sociale de la population, nutrition, médecine sociale, génie sanitaire et protection de l'environnement...

QUI A DIT ?

"Toutes les sciences ont leur chimère, après laquelle elles courent, sans la pouvoir attraper ; mais elles attrapent en chemin d'autres connaissances fort utiles."
Réponse page 25

À lire

● Fascicules n° 1, 3, 4, 8, 9, 12, 13, 14, 16 du programme scientifique Seine-Aval

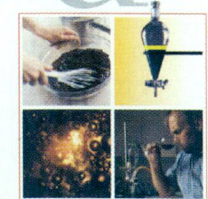
Pour faire échos à la conférence du 6 mars dernier du cycle des mercredis de la mer, sur les polluants persistants dans les organismes, voici quelques ouvrages de l'Ifremer se rapportant à ces sujets :

- Seine-Aval : un estuaire et ses problèmes.
- Sables, chenaux, vasières.
- Dynamique des sédiments et évolution morphologique.
- Matériaux fins. Le cheminement des particules en suspension.
- La contamination métallique.
- Fer et manganèse. Réactivités et recyclages.
- Les contaminants organiques qui laissent des traces. Sources, transport et devenir.
- Les contaminants organiques. Quels risques pour le monde vivant ?
- Des organismes sous stress.
- Les modèles. Outils de connaissance et de gestion.

→Rens. : Éditions Ifremer, tél. 02 98 22 40 13, Editions@ifremer.fr



Casseroles & éprouvettes



● Casseroles et éprouvettes

Ce nouvel ouvrage de Hervé This reprend, en les organisant, les chroniques de la rubrique mensuelle Science et gastronomie de la revue Pour la science. Vous saurez tout de la gastronomie moléculaire et vous ne "cuisinerez plus idiot" !

→Éditions Belin.



Safer Seas

La mémoire de l'Erika

La manifestation "Safer Seas", qui s'est déroulée à Brest du 11 au 16 mars dernier, a réuni plus de 600 participants de 70 pays. Une affluence de spécialistes venus mettre en commun leurs expériences, pour que demain, nos mers soient "plus sûres et plus propres".

→ À une époque où on ne cesse de se flatter des progrès scientifiques et techniques, il est difficile d'admettre l'existence d'un risque de pollution maritime clairement défini, qui en plus, résulte d'un défaut de maîtrise sur une activité humaine. En effet, comme le souligne Paul Roncière, secrétaire général de la mer : "Chacun sait que le risque zéro, quel que soit le mode de transport concerné, n'existe pas. Mais il n'y a pas non plus de fatalité !"

Il n'y a pas de fatalité... tant qu'on se bat contre ! Et pour cela, il y a bien des solutions. Réglementaires bien sûr. Comment, en effet, jouer la transparence, quand la gestion des navires est confiée à une kyrielle de sociétés différentes ? Pour l'Erika, plus d'une dizaine d'interlocuteurs étaient concernés (propriétaire, shipmanager, agence de recrutement de l'équipage, agent maritime,

courtiers...). Paul Roncière fait également remarquer que 80% des accidents sont d'origine humaine, en mettant le doigt sur un problème souvent négligé : la fatigue des équipages due au sous-effectif entretenu de façon délibérée. Tout au long du colloque, de nombreuses autres "failles" réglementaires ont été dénoncées, comme la formation des commandants, l'utilisation de pavillons de complaisance... Il a également été rappelé le rôle essentiel des remorqueurs d'intervention en haute mer tels que l'Abeille Flandre dont le gouvernement a d'ailleurs décidé le remplacement à l'horizon 2003. Parmi les propositions les plus innovantes, il est à noter celle de Charles Claden, le commandant de l'Abeille Flandre, qui est de développer la sensibilité des capitaines vis-à-vis de l'environnement au travers d'une formation de base.



Mais tout n'est pas politique ni réglementaire. Jean-François Minster, P-DG d'Ifremer, lors de son intervention, a bien démontré que les scientifiques ont un rôle fondamental à jouer : "Certains scientifiques pensent que les catastrophes maritimes ne relèvent plus réellement de leurs compétences en justifiant que la problématique s'est déplacée d'un problème scientifique à un problème de prestation de services. C'est totalement faux ! Les scientifiques sont des interlocuteurs de choix qui permettent d'apporter des réponses à de nombreuses questions, aussi bien en amont d'une catastrophe, qu'en aval." En effet, qu'il s'agisse de la création d'un observatoire de l'environnement, du nettoyage des épaves, des plages, ou même des problèmes de réglementation liés aux technologies, qui mieux que les scientifiques peut apporter des réponses et proposer des solutions adaptées ? Et si leur travail se situe en amont et en aval des accidents, ils ont montré qu'ils pouvaient aussi se mobiliser en période de crise, à l'image de la situation rencontrée lors du naufrage du *Ievoli Sun*, où, à peine 3 heures après son signalement, tous les moyens techniques et une dizaine de chercheurs de l'Ifremer étaient désignés, prêts à fournir études et analyses. Mais si les chercheurs sont prêts à jouer le jeu de la situation de crise, il n'en va pas de même pour l'administration, plus lente : au lendemain du naufrage du *Ievoli Sun*, un site Internet était prêt, mais il a fallu plus de deux jours pour avoir l'accord de sa mise en ligne.

Le colloque de Brest aura ainsi permis de confronter les expériences de chacun au niveau mondial, et de mettre en avant de nombreuses propositions. Une manière de rappeler les atouts de

la France et de la Bretagne en matière de sécurité maritime. La future agence européenne de sécurité maritime (dont la création fut proposée par la France au lendemain du naufrage de l'Erika) devrait rapidement être approuvée par le Parlement européen, restera à déterminer sa localisation. Brest et Nantes sont dans la course, mais comme le fait remarquer Paul Roncière d'un ton plutôt pessimiste : "Barcelone et Lisbonne sont de très sérieux concurrents. De plus, il se trouve que la France est aussi candidate pour l'agence de sécurité alimentaire." Comprenez qui pourra... La décision se prendra à Séville en juin prochain. ■ V.D.



L'OMI à Brest

Le troisième sommet de l'OMI* s'est tenu à Brest du 11 au 16 mars dernier, dans le cadre du salon "Safer Seas". 600 participants ont mis en commun leurs expériences de pollution maritime par hydrocarbures lourds. En parallèle, la CUB organisait des cycles de conférences. De plus, durant toute la semaine, le forum "Interspill" a regroupé une cinquantaine d'exposants présentant les derniers matériels de lutte contre les pollutions. ■

*Organisation maritime internationale.

Mois de la science

Quelle alimentation pour demain ?

Les différentes crises alimentaires de ces dernières années auraient eu tendance à nous le faire oublier : la sécurité alimentaire ne se réduit pas à des prions ou des bactéries. La nutrition - et plus généralement la composition des aliments - inquiète les consommateurs. Sel, nitrates, cholestérol, allergènes alimentaires, additifs, OGM... Alors, que mangera-t-on demain ?

→ Le mois de la science à Brest était le prétexte à de nombreuses manifestations autour du thème de l'alimentation. Balades gourmandes, conférences-débats, ou cafés scientifiques ont notamment permis aux Brestois de rencontrer les spécialistes du sujet, qu'ils soient médecins, industriels ou chercheurs.

Plus de la moitié des Français considèrent que l'alimentation est le premier facteur de bonne santé. Voilà probablement ce qui explique le succès de ces différents rendez-vous. L'affluence des questions qui y ont été posées a démontré, s'il en était encore besoin, que l'alimentation est un domaine à la fois vaste et souvent obscur.

Pourtant, la réglementation s'est beaucoup améliorée ces dernières années et, aujourd'hui, les scientifiques comme les industriels sont unanimes : la sécurité alimentaire n'a jamais été aussi bien garantie. Mais si les risques liés aux aliments ont diminué, les maladies dues à un déséquilibre alimentaire ont progressé. Et si finalement, en matière d'alimentation, notre pire ennemi c'était nous-mêmes ?

Jacques Delarue est professeur de nutrition au CHU de Brest : "On entend souvent dire que la France suit les États-Unis avec dix ans de retard. Dans le domaine de la

nutrition, cela semble être vrai, en dix ans, l'obésité a progressé d'un facteur deux, elle touche aujourd'hui plus d'un enfant sur dix. On s'achemine doucement vers la situation actuelle outre-Atlantique."

Au pays de Rabelais, nous mangerions donc mal ? Ou plutôt faudrait-il dire "déséquilibré", car il s'agit bien de cela : les excès, comme les carences mettent notre santé à rude épreuve. Il est donc nécessaire pour le consommateur de savoir déchiffrer les étiquettes et d'être informé sur les différentes recommandations des nutritionnistes.

Mais à l'ère de la sécurité alimentaire maximale, les industriels n'auraient-ils pas eux aussi une part de responsabilité dans nos déséquilibres nutritionnels ? Récemment, le sel ajouté généreusement dans les plats préparés a fait parler de lui. Aujourd'hui, l'AFSSA⁽¹⁾ recommande de ne pas dépasser six grammes par jour, or les Bretons en consommeraient plus de dix grammes. Jean-Pierre Écalard est directeur scientifique chez Even. Bien que peu concerné par le problème du sel, il explique la démarche de l'industriel : "Il s'agit, ni plus ni moins que d'un système d'offre et de demande. La qualité d'un produit se mesure aussi à son succès commercial. Si le produit présente de meilleures qualités avec un peu plus de sel, le consommateur attendra de l'industriel qu'il atteigne cette qualité. En rajoutant du sel, le consommateur est satisfait et l'industriel est content, car il a vendu son produit."

L'avenir de notre alimentation est donc bien entre les mains de chaque consommateur qui possède un pouvoir gigantesque : celui d'acheter ou non un produit. C'est ainsi que pullulent aujourd'hui différents labels de qualité. Parmi ceux-ci, l'agriculture biologique tient la place la plus importante. Synonymes de nature et de qualité, les produits dits "bio" se sont faits une place jusque dans les rayons des supermarchés.

Une des explications à ce phénomène est l'incompréhension et l'anxiété des consommateurs face aux OGM. Les scientifiques ont trouvé là un moyen de produire des légumes qui résistent mieux aux contraintes industrielles (résistance des cultures aux herbicides, transport, conservation, présentation...).

Sans rejeter en bloc les cultures d'OGM, il est naturel d'être prudent. "Quel est le véritable impact des OGM sur l'environnement ?", "A-t-on assez de recul pour certifier l'innocuité sur l'homme ?", "Peut-on encore aujourd'hui garantir une culture 100% sans OGM ?"... Autant de questions qui dépassent le champ de la simple science. Mais comme l'a fait remarquer une participante au café scientifique brestois sur ce thème : "Quand je vois une tomate qui n'est pas bien ronde et rouge, je ne l'achète pas." Et comme tout est affaire "d'offre et de demande", nos généticiens ont encore quelques belles années dans l'industrie... ■ V.D.

⁽¹⁾ Agence française de sécurité sanitaire des aliments.



3^e Symposium nutrition
L'intervention nutritionnelle : de la prévention à la thérapeutique
Faculté de médecine de Brest, le 3 mai 2002.
→ Rens. : Morgan Le Got, tél. 02 98 01 69 23
morgan.legot@univ-brest.fr



Ker Lann Dix ans déjà

Créé en 1992 par arrêté préfectoral, dans le cadre d'un dispositif emploi-formation, le campus de Ker Lann regroupe, sur un même site, des établissements d'enseignement, de formation et des entreprises innovantes. Le bilan dix ans après avec François Bareaud, responsable du développement.

→ Situé à Bruz, au sud-est de Rennes, le campus de Ker Lann s'étend majestueusement sur 170 hectares. "Actuellement, un tiers seulement de la surface est aménagée", prévient



FRANÇOIS BAREAUD

François Bareaud, responsable du développement du campus, mais les personnes travaillant sur le site sont déjà conquises, et pour cause : pelouse vert intense à perte de vue, aspect vallonné, plans d'eau dans lesquels se reflètent les arbres, bâtiments design..., on ressent ici une certaine sérénité. Les dix ans du campus sont même l'occasion de l'organisation d'un concours de Land Art - une forme d'art réalisée *in situ* qui mêle sculpture, architecture, peinture, photographie, cinéma... avec la terre comme élément central - afin de tirer au maximum profit de ce cadre exceptionnel.

Pour autant, le paysage ne doit pas faire oublier que c'est le développement du pôle formation enseignement qui a constitué le premier objectif du Conseil général d'Ille-et-Vilaine, porteur du projet. Parmi les

établissements présents sur le campus, certains sont totalement nouveaux dans le département, comme l'école Louis de Broglie, l'Institut des hautes études financières (IHECF), Promotrans, l'École des métiers de l'environnement (EME) ; d'autres ont été délocalisés, comme l'École nationale des statistiques et de l'analyse de l'information (Ensaï) qui a quitté Paris pour Rennes ou encore l'ENS Cachan qui a choisi Bruz pour installer son antenne bretonne. La faculté des métiers est également présente depuis un an à Ker Lann et propose des formations en alternance relatives à 32 métiers répartis sur 7 secteurs d'activité. Au total, ce sont près de 4 300 élèves qui sont actuellement accueillis sur le campus et ce chiffre devrait progresser régulièrement pour atteindre les 5 000 élèves fixés dans les objectifs de départ.



Côté entreprises, Ker Lann en accueille déjà 21 et compte 6 projets en cours. "Il ne s'agit pas de grosses structures, cela représente en tout 220 salariés, mais leur particularité est qu'elles ont été créées sur le site et qu'elles sont porteuses de développement", poursuit François Bareaud. Vous l'avez sûrement remarqué, Ker Lann n'affiche pas de vocation technologique dans un domaine ciblé et c'est volontaire ; le spectre reste ouvert ! Je pense que l'innovation naît notamment au croisement des technologies."

C'est dans ce même esprit que s'est développée l'identification de pôles de compétences, à la croisée des différentes disciplines et des différents établissements représentés sur le campus. Le lancement du pôle productique en avril 2000 par l'antenne bretonne de l'ENS Cachan, l'école Louis de Broglie et l'Ensaï en partenariat avec PSA Peugeot Citroën et Legris SA, en est une belle illustration. Apport de compétences scientifiques, mise à disposition d'équipements pour ce qui est des écoles, retour d'expériences, mise en œuvre concrète côté entreprises, tout cela débouchant sur des actions palpables, telles que l'amélioration du développement d'un procédé, d'un équipement ou d'un produit, le prototypage ou encore des plans d'expérience. Preuve de la réussite et du dynamisme de cette aventure, le pôle productique s'est constitué en association depuis le mois de septembre 2001

et des rencontres thématiques sont régulièrement organisées. La dernière a eu lieu le 14 mars dernier et portait sur l'évaluation et la maîtrise statistiques de la qualité des peintures chez PSA Peugeot Citroën. Trois étudiants de l'Ensaï ont ainsi exposé leur mission et ses résultats devant une quarantaine de personnes, dont Alain Bouvy, directeur de l'Ensaï et Jean-Yves Dauxois, responsable de la filière "Applications industrielles" de PSA Peugeot Citroën. Et même si l'exemple concernait le secteur automobile, l'assistance comptait aussi des professionnels de l'agroalimentaire et des télécoms, preuve du caractère transversal des sujets abordés.

"Nous travaillons sur le développement d'autres pôles de compétences ; un pôle environnement a d'ores et déjà été identifié et deux autres sont sur la bonne voie !" conclut François Bareaud. ■ N.B.



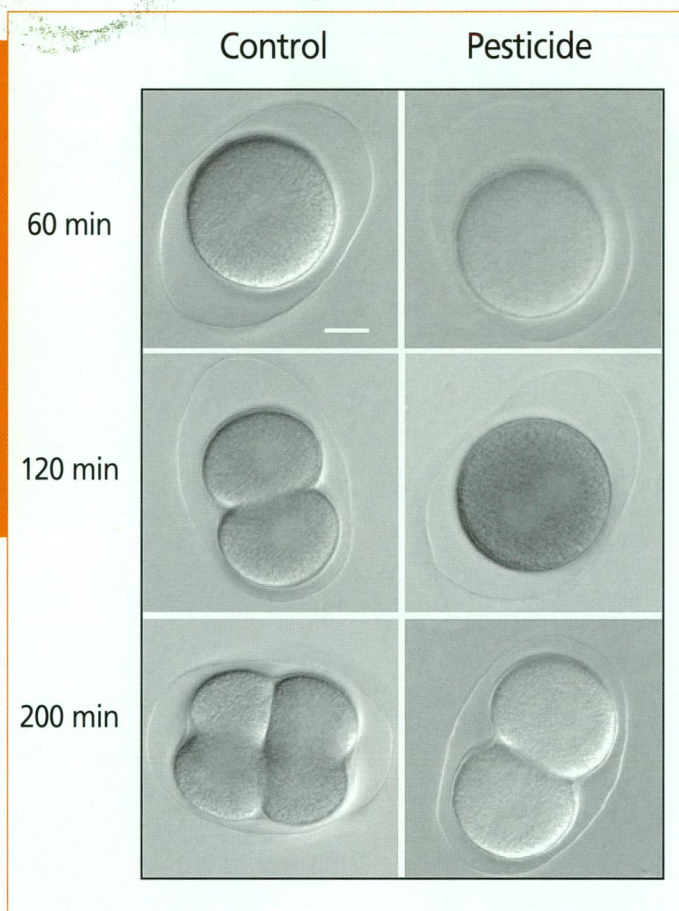
Contact → François Bareaud,
responsable du développement,
tél. 02 99 05 91 90,
francois.bareaud@cg35.fr

Les pesticides dérèglent les cellules

Le laboratoire Cycle cellulaire et développement de la station biologique de Roscoff vient de mettre en évidence le rôle perturbateur d'un pesticide, le Roundup, dans la division cellulaire. Une découverte qui pourrait avoir des retombées industrielles, mais qui pose de sérieuses questions quant au rôle des produits phytosanitaires dans certains cancers.

→ C'est sous le titre un peu hermétique pour le profane : "Le pesticide Roundup provoque des dysfonctionnements dans la division cellulaire, au niveau de l'activation de CDK1/Cyclin B", que l'équipe du professeur Robert Bellé vient de publier* des résultats remarquables. Elle a en effet prouvé que des doses très faibles (0,8%) de glyphosate (le principal constituant du Roundup fabriqué par la société américaine Monsanto) provoquaient un dérèglement dans la division cellulaire d'embryons d'oursins (*Sphaerechinus granularis*), pêchés en rade de Brest. Voilà pour la première partie du titre. Mais ce qui retient surtout l'attention, c'est la suite et ce qu'elle induit.

CDK1 et Cyclin B sont en effet deux protéines, logées dans le cytoplasme de la cellule. La première est une kinase (enzyme catalyseur des réactions entre l'Adénosine triphosphate -ATP- et des substrats spécifiques), quant à la seconde, c'est justement l'activateur de la première. Ces deux protéines (dont



Photos d'embryons prises en microscopie Nomarski (Differential Interference Contrast - DIC) montrant les effets du glyphosate sur le cycle cellulaire. Les embryons ont été transférés 10 minutes après leur formation dans de l'eau salée contenant 8 mM de glyphosate et le cycle cellulaire a été suivi toutes les 10 minutes.

la découverte par Leland Hartwell, Paul Nurse et Timothy Hunt, a valu à ses auteurs le prix Nobel de médecine 2001) sont liés à une anomalie de ce point de contrôle !", explique le professeur Robert Bellé. Or justement, "ce que nous avons démontré, c'est qu'une faible dose de Roundup suffisait à dérégler ce moteur". Mais il y a plus inquiétant : "La division cellulaire est

naturellement en concurrence avec l'apoptose (destruction, "mort" programmée de la cellule). Lorsqu'une cellule a un dysfonctionnement, l'apoptose se déclenche. Si une cellule y échappe, c'est le démarrage du cancer... Or, ce que nous avons constaté, c'est que le Roundup perturbe la division, mais n'entraîne pas l'apoptose !"

Maintenant, il ne faut pas aller trop vite dans les conclusions : "Nous ne pouvons pas dire que ce pesticide est cancérigène. Par contre, nous pouvons affirmer qu'il y a un risque non négligeable... Il est hélas impossible de mesurer les conséquences d'un tel dérèglement à 10, 20 ou 30 ans !"

Réciproquement, cette découverte pourrait permettre à terme d'identifier des molécules intéressantes dans le traitement des cancers (voir encadré). Ce n'est sans doute pas un hasard si ce labora-

Des débouchés industriels

"En fait, explique le professeur Bellé, cette découverte s'inscrit dans un travail beaucoup plus vaste. Nous travaillons en effet à la mise au point d'un test permettant de mesurer l'action de tout produit, que ce soit des molécules artificielles ou naturelles, sur le cycle (division) cellulaire. Ce qui est nouveau, avec notre méthode, c'est que nous pouvons enfin observer des phénomènes au niveau moléculaire jusque-là indétectables. Un tel test serait une avancée considérable dans de nombreux domaines, comme l'industrie pharmaceutique, par exemple. Cela pourrait même intéresser Monsanto : en lui permettant de mieux contrôler l'innocuité de ses produits, avant de les mettre sur le marché.

Si nous utilisons des embryons d'oursins, c'est que c'est l'un des modèles biologiques le mieux adapté (avec l'étoile de mer) à l'étude de la division cellulaire (NDLR : c'est ce modèle qui a été utilisé par les prix Nobel, de la même manière que la drosophile est couramment utilisée en génétique). Avec les progrès de la génomique fonctionnelle, il n'est pas invraisemblable de penser que nous utiliserons, dans la phase industrielle du test, d'autres organismes plus simples d'utilisation ou plus pratiques. D'ores et déjà, je peux vous dire que c'est une PME de Rennes, Biopredic, à qui sera confié le transfert technologique de ce test." ■

Sphaerechinus granularis, oursin dont les embryons servent de modèle aux études sur le cycle cellulaire.



toire CNRS/Université Pierre et Marie Curie (10 personnes) voit ses recherches financées par la Région Bretagne, des fonds européens (Feder), ainsi que par des associations comme la Ligue contre le cancer ou l'ARC... ■ J.F.C.

* Dans la prestigieuse revue américaine "Chemical Research in Toxicology".

Contact → Robert Bellé, station biologique de Roscoff, tél. 02 98 29 23 46, belle@sb-roscoff.fr

EXPOSITION

SOUS L'ÉGIDE DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES

Le miroir de
BIOLOGIE ET MYTHOLOGIE

Méduse

**DU 11 AVRIL
AU 31 JUILLET 2002
ESPACE DES SCIENCES
CENTRE COLOMBIA (1^{er} étage)
RENNES**

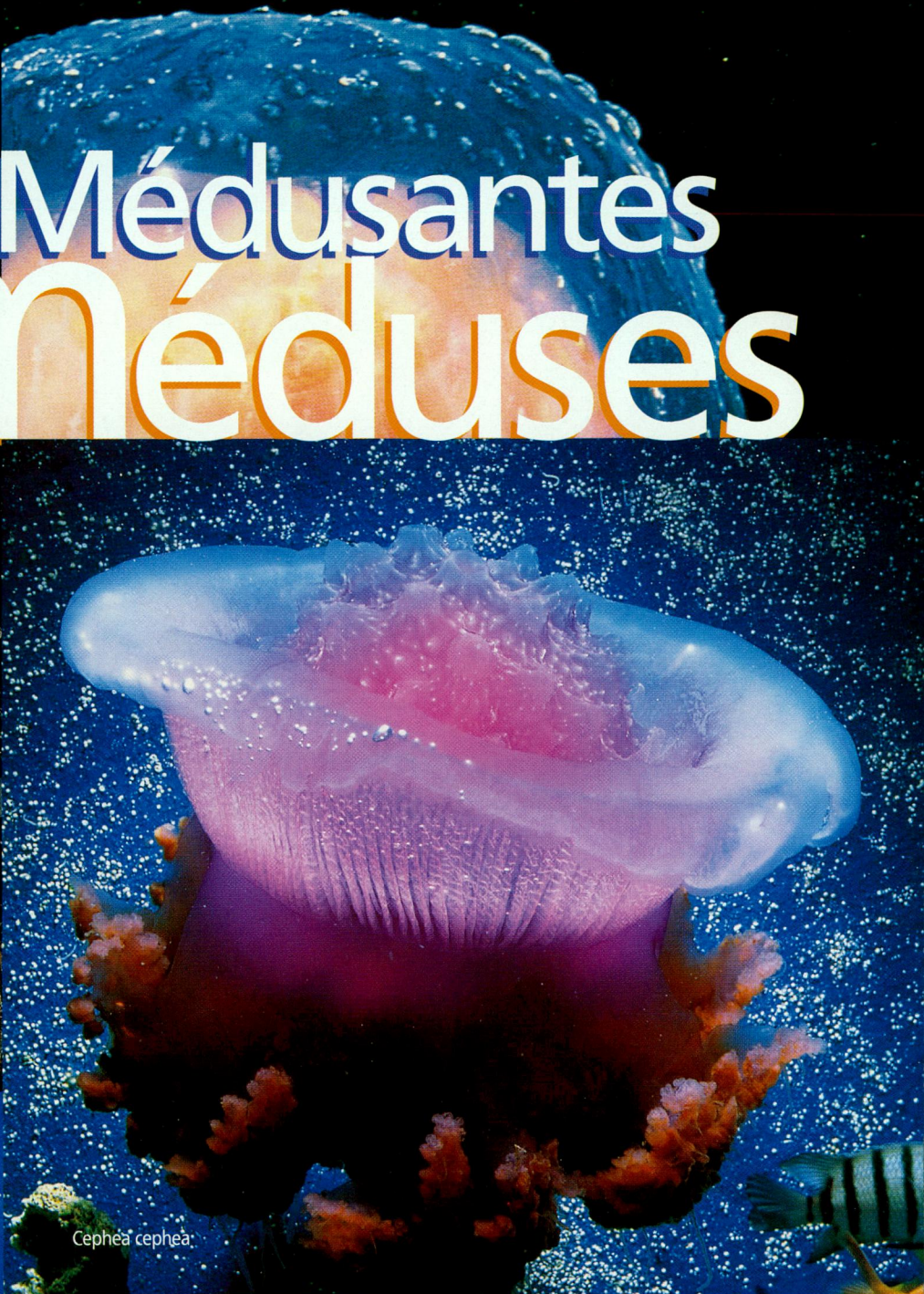


Sanderia malayensis



Chrysaora nelanaster

Médusantes méduses



Cephea cephea

Si vous êtes comme moi, totalement néophyte en matière de méduses, et que leur nom n'évoque en vous que des souvenirs cuisants, vous vous demandez certainement comment cet animal en gelée, cette "eau coagulée" comme la décrivait le médecin naturaliste François Péron en 1810, peut remplir un dossier dans *Sciences Ouest*.

Et bien c'est en écoutant parler Jacqueline Goy, du Muséum national d'histoire naturelle, La spécialiste (mondiale !) des méduses qui s'est donné la peine de s'attarder sur ces ombrelles frêles et transparentes, ou encore André Toulmond, de la station zoologique de Roscoff, lui-même sous le charme de ces êtres tentaculaires, décrivant avec émotion les travaux de Georges Teissier, l'un de ses professeurs et auteur de découvertes fondatrices sur les hydraires, que se dévoile à nous un univers fascinant, où se mêlent et se côtoient peur et fascination, simplicité et diversité, campagnes scientifiques du début du siècle et valorisation industrielle, le tout dans une ambiance de mythologie... Tournez la page et laissez-vous surprendre ! ■

N.B.

Pelagia noctiluca



Olindias formosa

La dame aux méduses

Non, les méduses ne doivent pas être réduites à des boules de gélatine ! Jacqueline Goy, maîtresse de conférences au Muséum national d'histoire naturelle, dans le laboratoire d'ichtyologie, s'est prise de passion pour ces animaux mystérieusement beaux et entend la faire partager. Rencontre avec celle que ses collègues surnomment amicalement "la dame aux méduses".

→ Entre Jacqueline Goy et les méduses, tout a commencé dans un laboratoire de la station biologique de Villefranche. "Nous étions six jeunes thésards à travailler sur le plancton de la rade de Villefranche que nous ratissons tous les jours. Comme il fallait se répartir le travail, j'ai choisi d'étudier plus particulièrement les méduses." Attirée par leur mystérieuse beauté, elle leur consacra ensuite toute sa carrière.



ANTHONY BLANK

"En 30 ans, je n'ai jamais changé de sujet"

Elle obtient un poste de chercheur au muséum en 1968. "J'ai eu la chance d'être recrutée par Théodore Monod qui a accepté que je poursuive mon travail sur ces organismes pélagiques⁽¹⁾ alors que les orientations du muséum étaient plutôt axées sur le

benthique⁽²⁾. Je ne voulais surtout pas lâcher les méduses !" Jacqueline Goy se retrouve donc affectée dans un laboratoire d'ichtyologie, en tant que spécialiste du zooplancton, pour étudier la nourriture des poissons dans leur environnement marin.

Au départ, la plus grande partie de ses travaux est réalisée en Méditerranée où elle passe au crible 12 puis 67 espèces communes. "Vous savez quand on commence et qu'on a une passion, on est boulimique !" Plus tard, elle a l'occasion de travailler sur une collection pêchée pendant près de dix années au large des côtes du Liban, en Méditerranée orientale. La comparaison de cette faune avec celle qu'elle connaît déjà sur le bout des doigts va ainsi lui permettre de participer à la reconstitution de l'histoire de la Méditerranée.

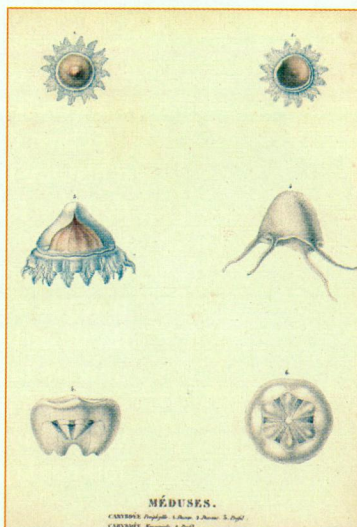
Les campagnes océanographiques auxquelles elle participe avec les équipes de Villefranche ou

du muséum lui permettent d'assouvir son éternelle curiosité. Méditerranée, Açores, Atlantique centrale, Pacifique, Antarctique et même Australie, sur les traces du naturaliste François Péron, elle parcourt le monde à la recherche de son animal fétiche. On dit qu'elle est capable de reconnaître plusieurs centaines d'espèces, mais modestement, elle n'avouera jamais combien ! "Tout zoologiste, dans sa spécialité, est capable de reconnaître les espèces sur lesquelles il travaille. Cela n'est pas

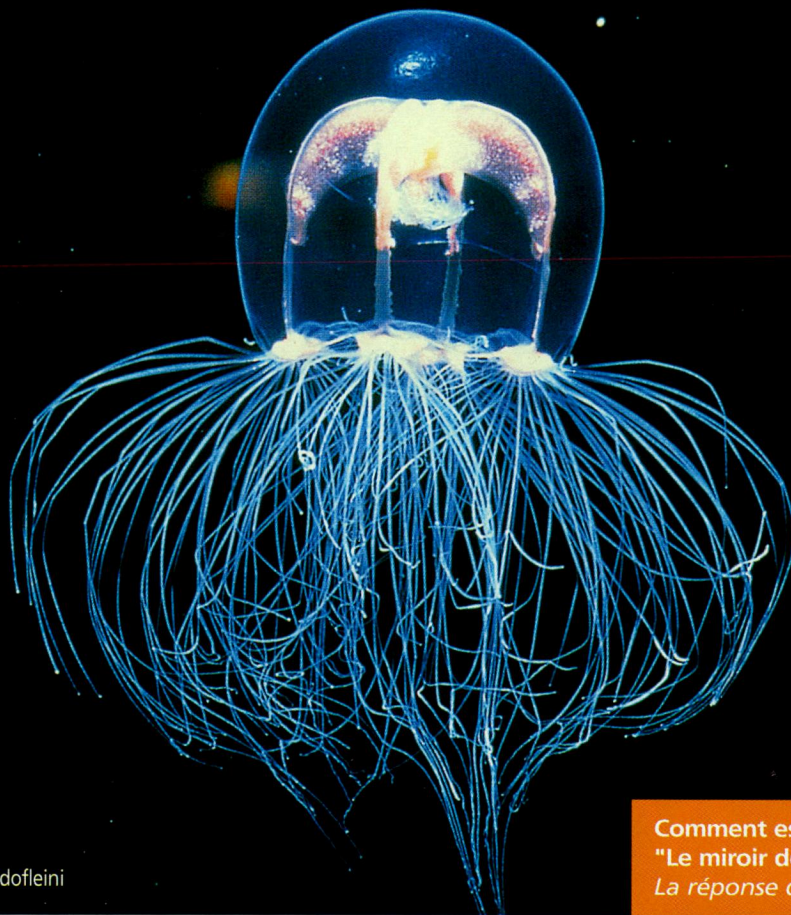
spécifique aux méduses !" Et pourtant, si les Cnidaires sont des animaux relativement peu évolués, leur diversité est véritablement incroyable.

L'incontournable Pelagia

Les travaux de Jacqueline Goy vont changer d'orientation en 1983, date à laquelle l'Unesco lance un programme international de recherche financé par le plan des Nations Unies pour l'environnement,



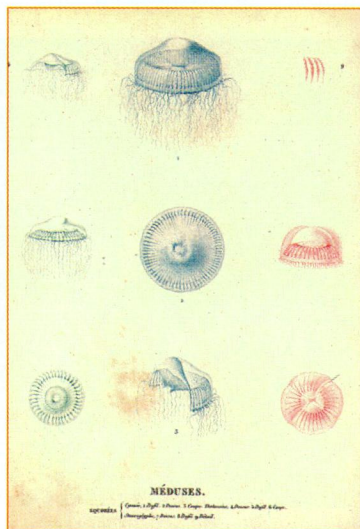
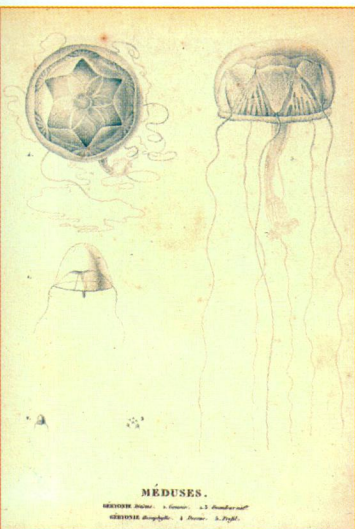
Planches Charles-Alexandre Lesueur, 1815, pe...



Nemopsis dofleini

ayant pour cible une habitante de la Méditerranée : *Pelagia noctiluca*. Le but : comprendre et éventuellement prévoir les fluctuations de cette méduse dont les pullulations impressionnantes interpellent les scientifiques et inquiètent les baigneurs qui la craignent pour ses piqûres urticantes. "Je n'avais jamais travaillé sur des méduses aussi grosses !", rapporte-t-elle. Cela ne l'empêchera pas de se démener pour faire bénéficier un thésard du financement et du sujet, dont elle avait déjà perçu la problématique qui consiste à se rapprocher des études menées sur les courants

marins... "Les océans représentent plus de 75 % de la planète, donc quand on travaille sur un organisme marin, on ne peut pas rester seul dans son coin ! On est forcément amené à prendre en compte les phénomènes hydrologiques, de qualité d'eau, de salinité..." , s'anime Jacqueline Goy. C'est ainsi que Pierre Morand, pris en charge par le laboratoire de Villefranche, découvre que les fluctuations de *Pelagia* ont une périodicité de 12 ans. Depuis, l'équipe travaille toujours sur ce phénomène de fluctuations sur le long terme et le thème s'est même élargi à tout le système marin, comme la modifica-



es d'après les observations de François Péron.

“ Mon regard s'est figé... là, sous l'onde s'enfuit
Une bulle marine dont la couleur luit.
Dans un éclair d'argent aux reflets irisés
Comme une pierre de lune, *Pelagia* a plongé.

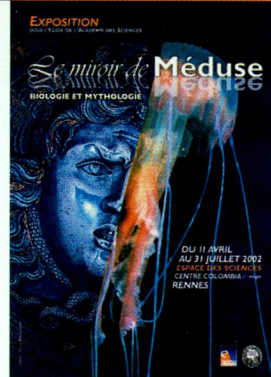
La vague l'a emportée mais le rêve demeure.
Ce feu sur l'Océan ressemblait à un leurre,
Vision fugitive que l'abîme engloutit
Au fond des ténèbres, là où règne la nuit.

Alors soudain sur l'eau, un mirage insensé
Imite une forme aux contours ondulés.
Cet étrange halo n'est d'abord que lueur

Tel un reflet d'argent surgit des profondeurs.
Miroitant sur les flots, cette lumière diffuse
Dessine peu à peu le visage de Méduse.”

Jacqueline Goy

Comment est venue l'idée de l'exposition "Le miroir de Méduse" - Biologie et mythologie ? La réponse de Jacqueline Goy



"Alors que je commençais toujours mes conférences par : "Vous connaissez bien sûr la Gorgone Méduse...", je ressentais un drôle de silence gêné dans l'auditoire. J'ai donc réalisé à quel point la différence de culture sur la mythologie était grande, entre les hellénistes et les philosophes d'une part, et les scientifiques d'autre part. Alors que le naturaliste François Péron lui-même, lors de son entreprise de classification, avait pris soin de poursuivre la tendance engagée par Linné (voir encadré page 17), afin que la simple lecture d'un nom mythologique fasse immédiatement référence aux méduses. Mais aujourd'hui, des noms comme Geryon, Chysaor, Céphée... ne disent plus rien à personne. Outre l'aspect scientifique, le rappel du lien entre les méduses et la mythologie a donc été l'alibi de cette exposition." ■

→ Le miroir de Méduse - Biologie et mythologie. Une exposition réalisée par l'Espace des sciences et le Muséum national d'histoire naturelle. → À partir du 11 avril au Colombia (voir page 26). → Renseignements et réservations : 02 99 35 28 28.

tion de l'eau de mer, des algues du phytoplancton, du zooplancton...

Ouverture et curiosité

"Les méduses sont des animaux fascinants et mystérieux qui pendant longtemps ont été des moteurs pour la recherche en biologie. Mais ils permettent aussi d'ouvrir sur un tas d'autres sujets et notamment celui de l'histoire des sciences. J'emporte souvent des livres pendant les campagnes océanographiques et c'est incroyable les rapprochements que j'ai pu faire ! On retrouve la description de la bioluminescence dans l'Odyssée de

Homère, mais aussi le phénomène d'homochromie décrit par Jules Verne, tout cela bien avant que la science ne s'installe !" En cherchant bien, on peut trouver des méduses partout : des mosaïques de Carthage aux œuvres des artistes contemporains, en passant par la mythologie, qui a d'ailleurs inspiré l'exposition actuellement présentée par l'Espace des sciences (voir encadré ci-dessus). Et côté recherche, il reste encore de quoi faire : seulement 20% des cycles des Cnidaires sont connus en Méditerranée ! ■ **N.B.**

¹¹ Pélagique : relatif à la pleine mer mais loin du fond.
¹² Benthique : relatif au fond de la mer.



Ombrelle

Manubrium

Jeune méduse
bourgeonnant autour
du manubrium

Velum

Bulbe tentaculaire

Ocelle

Tentacules

Estomac

Canal radiaire

Bouche

Tentacule oral

Canal marginal

Mystérieuses

Hydroméduse *Lizzia blondina*

La méduse, un animal peu évolué ?

Sans squelette, ni cerveau, dépourvue de poumons et de sang, la méduse est un être mou sans queue ni tête, sans droite ni gauche, rangé au début de la classification zoologique, juste après les éponges. Réaction anthropomorphique oblige, la description va être rapide, pensez-vous, si on ajoute à tout cela qu'elle est composée à plus de 98 % d'eau, et bien détrompez-vous ! Ces éléments, ou plutôt ces absences d'éléments, confèrent à la méduse bien des particularités...

→ Ni vertébré à squelette, ni crustacé à carapace, ni mollusque à coquille, la méduse est simplement formée d'un derme tapissé de muscles circulaires striés au niveau de l'ombrelle* et de muscles radiaux au niveau des tentacules*. Les muscles circulaires sont très puissants et lui permettent de se propulser. En ce qui concerne les tentacules, souvent en multiple de quatre, ils sont extrêmement contractiles et peuvent s'étirer jusqu'à dix fois le diamètre de l'ombrelle.

Pas de cerveau, mais un formidable réseau de cellules nerveuses et de fibres, qui ont même servi de modèle aux scientifiques pour l'étude et la compréhension du passage de l'influx nerveux.

Pas de poumons ni de sang, mais un système de respiration basé sur les échanges gazeux à travers la peau.

Ni droite ni gauche ? Sa symétrie radiaire par rapport à l'axe central qu'est le manubrium* la distingue des autres animaux à symétrie bilatérale. Mais, si elle n'a pas d'orientation, la méduse possède en revanche des organes de sens : des yeux ou ocelles*, plus ou moins complexes selon l'espèce et des organes d'équilibration, les statocystes, qui captent les changements d'orientation grâce à un système de cellules ciliées. Chez les méduses les plus évoluées, ces deux types d'organes sont regroupés en un organe unique, la rhopalie, qui est même dotée d'une fossette olfactive.

Rangée en début de classification, la méduse a un pouvoir urticant qui lui vaut sa place dans l'embranchement des Cnidaires, du grec "knidé" qui veut dire ortie. Les cellules urticantes sont régulièrement réparties sur l'ectoderme des tentacules ou groupées en bouton, en anneau ou

en ligne. Elles sont vitales pour la méduse puisqu'elles constituent son arme de pêche... à la traîne ! mais aussi un moyen de défense efficace pour contrer l'absence de carapace.

Une bouche et un estomac !

La méduse est un animal carnivore. Sa bouche* s'ouvre à l'extrémité libre du manubrium et donne directement accès à la partie centrale de l'estomac*, celui-ci se prolongeant par rayonnement dans

l'ombrelle, à l'image des baleines d'un parapluie. Ces prolongements, ou canaux radiaires*, se déversent dans un canal circulaire marginal, faisant le tour de l'ombrelle. Les produits de la digestion circulent des canaux radiaires jusqu'au canal marginal*, puis, le courant s'inverse et les produits d'excrétion sont ramenés vers la bouche par où ils sont expulsés, sous forme de pelotes de mucus. L'estomac de la méduse est aussi lié à la fonction de reproduction, ce qui est caractéristique des organismes primitifs. ■

*Voir photo descriptive ci-dessus.



Hydroméduses communes en Méditerranée dont la taille ne dépasse pas quelques millimètres.

Les méduses en chiffres

- 1 000 espèces.
- 300 genres.
- Taille : de 0,1 mm à 2,5 m de diamètre et 6 m de haut.
- Tentacules : de 1 à 800 (en multiple de 4).
- Rencontrées jusqu'à 3 000 m de profondeur, voire plus.

Cassiopea est une méduse qui vit fixée et retournée.

méduses

Cycle de vie et reproduction : tout est possible !

Cycle de vie comportant deux stades, reproduction sexuée et asexuée, toutes les possibilités sont dans la nature des Cnidaires ! Revue de détails.



Pelagia noctiluca libérant ses œufs.

CLAUDE CABRE

→ Les méduses sont des animaux sexués. Pour des genres comme *Clytia*, mâles et femelles libèrent spermatozoïdes et ovules dans l'eau qui vont alors fusionner pour former un œuf. Celui-ci va ensuite libérer une larve appelée planula, qui va tomber au fond de l'eau, se fixer sur des rochers ou tout autre support et se transformer en une tige : le

polype ou hydraire. Les polypes sont sexués, il existe des colonies de mâles et de femelles, mais chaque colonie se reproduit par multiplication asexuée et finit par donner, toujours par bourgeonnement, une hydroméduse qui va se détacher. Le cycle est bouclé ! Pour des méduses comme *Pelagia*, seuls les spermatozoïdes sont libérés dans l'eau. Les femelles les récupèrent et pondent alors des œufs fécondés. *Aurelia* a encore développé un système différent : les œufs fécondés migrent dans des poches incubatrices situées au niveau des bras oraux, et c'est alors des larves qui sont pondues. Et les exubérances des méduses ne s'arrêtent pas là : un cas d'hermaphrodisme a été décrit chez *Chrysaora*, tandis que le cycle de vie de certains hydraires ne passe jamais par le stade de méduse. On parle alors de phase de régression de la méduse (voir page 20). ■



Stade de la larve fixée d'Aurelia.

RECHERCHES AQUARIUM JAPON



Stade polypes de Corymorpha tomcensis.

RECHERCHES AQUARIUM JAPON

Une classification qui fait référence à la mythologie

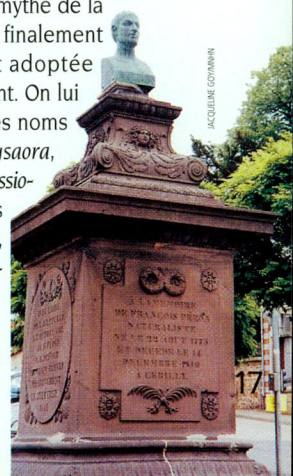
C'est Carl von Linné, le célèbre botaniste suédois, qui, au milieu du XVII^e siècle, regarde et décrit ces animaux en forme de cloche autour de laquelle s'agitent plusieurs tentacules serpentiformes et fait le rapprochement avec *Méduse*, l'une des trois sœurs Gorgones, filles du monstre marin Cétos, souvent représentée avec un visage très rond, entouré de cheveux hérissés de serpents. Le nom de l'animal méduse était né.

→ En 1800, le zoologiste français Georges Cuvier donne le nom *Rhizostoma* à une méduse "qui a la bouche en forme de racines" et

François Péron publie en 1810 une classification complète (il récolte lui-même près de 70 spécimens), qui ne sera pas exploitée avant un siècle. Ce n'est en effet qu'en 1889 que sa nomenclature, faisant référence à tous les personnages ayant participé au mythe de la méduse, est finalement comprise et adoptée définitivement. On lui doit ainsi des noms comme *Chrysaora*, *Geryonia*, *Cassiopea*... dédiés à Chrysaor, Géryon, Cassiopée... ■



DR



FRANÇOISE GUYONNA

Statue commémorative de François Péron à l'effigie de la Méduse à la chevelure aux serpents.

Les méduses n'ont pas fini de nous surprendre. Après les avoir décrites et mis en évidence leurs particularités "physiques", plongeons un peu plus dans leur univers pour découvrir quelles surprises elles ont encore réservées aux scientifiques et comment certains de leurs produits sont actuellement utilisés dans la recherche et l'industrie.

Recherche et

La Physalie n'est pas une méduse, mais appartient au groupe des Cnidaires et plus particulièrement aux Siphonophores. Mais "en tant qu'organisme flottant transparent et dangereusement urticant, elle doit être connue et redoutée plus qu'aucune autre méduse des eaux tempérées".

Les premières campagnes océanographiques

→ Les connaissances sur les méduses ont beaucoup progressé grâce aux campagnes scientifiques du Prince Albert 1^{er} de Monaco, l'un des pionniers de l'océanographie. Ces campagnes ont lieu entre 1885 et 1915 dans l'Atlantique et plus particulièrement dans la zone des Açores. Des pêches au filet pélagique permettent de reconnaître un grand nombre d'espèces de méduses vivant au large et les pêches de plancton, qui descendent jusqu'à 5 000 m, révèlent les espèces des profondeurs, caractérisées par une extraordinaire couleur rouge pourpre. De là découlent des études sur la couleur des crustacés et autres groupes, dont leur capacité à s'harmoniser avec leur environnement.

Mais les campagnes océanographiques du Prince Albert 1^{er} de Monaco sont surtout le théâtre de l'une des plus grandes découvertes de la médecine : l'anaphylaxie, c'est-à-dire "la propriété qu'a le venin de diminuer l'immunité, au lieu de la renforcer, quand il est injecté à des doses non mortelles." À l'origine de cette découverte, la Physalie dont les piqûres sur les bras des matelots provoquent des douleurs très violentes, voire des syncopes. Les deux

physiologistes Charles Richet et Paul Portier, en charge de cette étude, publient leurs résultats en février 1902, alors que Pasteur vient de démontrer, quelques années plus tôt seulement, les bienfaits de la vaccination, soit l'immunisation de l'organisme après injection d'un matériel bactérien ou viral atténué. Surprenante, la découverte de Richet et Portier sera donc largement reprise et débouchera sur bien d'autres études sur l'anaphylaxie qui sont, aujourd'hui encore, au cœur des préoccupations des chercheurs, comme les réactions anaphylactiques provoquées par des substances non toxiques telles que le blanc d'œuf, par exemple, et les allergies. ■

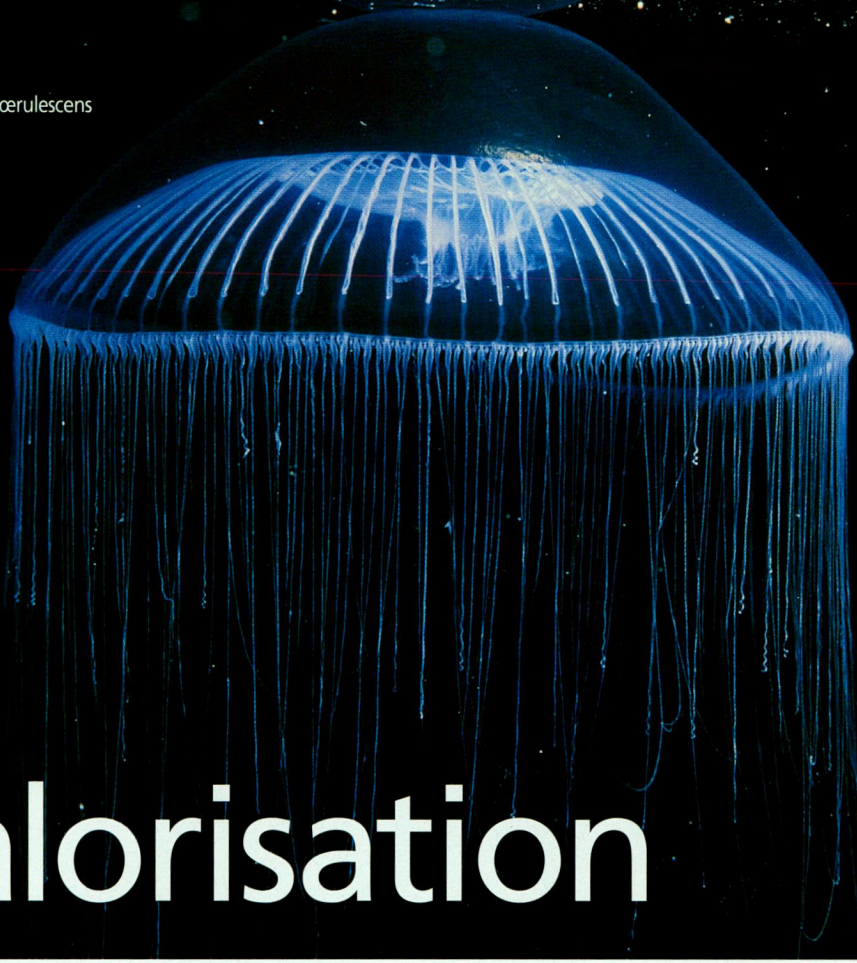
Le venin

→ Le venin est bien le caractère général qui fait l'unité des Cnidaires, le niveau de toxicité variant de la piqûre presque imperceptible de *Rhizostoma* à celle, souvent mortelle, des fameuses Chironex d'Australie. Le venin de cette dernière a donc été particulièrement étudié, donnant lieu, en 1974, à la mise au point d'un vaccin. Mais en règle générale, les venins de méduses restent encore assez mal connus, notamment en raison de la difficulté de leur extraction. On sait cependant que ce sont des toxines de nature protéique qui peuvent agir à très faible dose et provoquer trois types de réactions chez l'homme : le blocage de l'influx nerveux (effet neurotoxique), l'éclatement des globules sanguins (effet hémolytique), ou encore une réaction de défense par la production d'anticorps. C'est pourquoi les scientifiques envisagent de pousser leurs recherches sur ces toxines dont les propriétés pourraient peut-être trouver des applications dans la mise au point de nouveaux anesthésiques, ou encore le traitement de certaines maladies neurotoxiques.

Car des substances pharmacologiquement actives ont d'ores et déjà été isolées, non pas à partir des Cnidaires eux-mêmes, mais des microalgues qu'ils hébergent, donnant lieu à l'élaboration d'une dizaine d'antibiotiques de la famille des terpènes. Par ailleurs, la diazomide A, une molécule à fort pouvoir antitumoral, aurait été extraite à partir d'un microorganisme vivant sur une espèce rare de méduse pêchée dans les eaux des Philippines. Cette méduse n'ayant pas été retrouvée, les chercheurs ont donc décidé de synthétiser la molécule, qui, selon les cancérologues de l'université de Santa Cruz, se révélerait efficace pour lutter contre le cancer du colon. Les méduses seront-elles à l'origine de nouvelles chimiothérapies anticancéreuses ? ■



Érythème de la peau dû à des "piqûres" de la méduse *Pelagia noctiluca*.



valorisation

La méduse Rhizostome (ici Rhizostoma pulmo) d'où est extrait le collagène, peut peser jusqu'à 80 kg.

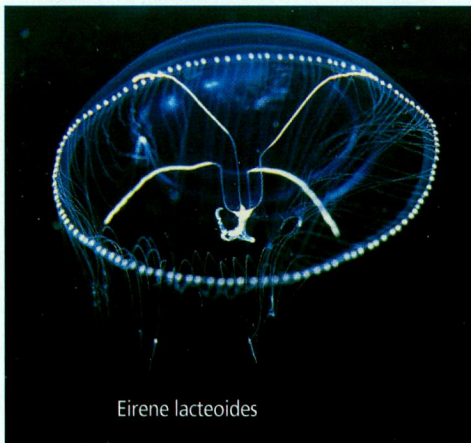
La luminescence

→ Certaines méduses, et plus particulièrement celles qui vivent dans les profondeurs, ont la capacité de produire de la lumière. On parle de bioluminescence. La production de lumière a pour la première fois été reliée à la vie animale par François Péron au début du XIX^e siècle, mais ce n'est que durant la seconde moitié du XX^e siècle que les réactions enzymatiques associées seront étudiées.

Il existe deux types d'enzymes impliquées dans la production de lumière. La première est la luciférase qui agit sur son substrat protéique, la luciférine, en présence d'oxygène. La seconde, l'æquorine nécessite la présence de calcium. Les photoprotéines de méduses ont très vite intéressé les scientifiques qui ont trouvé là un outil précieux et exploitent leurs propriétés originales à des fins bien précises : l'intensité de la lumière émise par chacune des deux enzymes étant directement en relation avec la concentration d'oxygène ou de calcium, elle permet en effet aux chercheurs de doser avec beaucoup de

précision de faibles concentrations de ces deux éléments chimiques que l'on retrouve couramment dans les réactions biologiques. Elles seraient même utilisées à titre expérimental en neurologie médicale pour détecter certains troubles du métabolisme.

Une autre application qui a séduit les scientifiques consiste à exploiter directement la capacité à produire de la lumière et ceci a été rendu possible grâce au génie génétique. Le gène modifié de l'æquorine qui produit une protéine fluorescente détectable sous un éclairage ultraviolet est ainsi utilisé comme marqueur des transgénèses en biologie moléculaire. ■



Eirene lacteoides

Méduses et crèmes antirides

→ L'imposante méduse Rhizostome n'est pas très urticante. Elle est donc très prisée des industriels qui ont mis au jour son secret : Rhizostome est constituée d'un collagène de type V, c'est-à-dire pratiquement identique au collagène embryonnaire épidermique de l'homme.

Or le collagène est une protéine présente à plus de 90% dans le derme humain, qui lui confère sa résistance physique et son élasticité. C'est aussi un puissant agent d'hydratation. Il est donc recherché en cosmétique, où il entre dans la composition de plusieurs produits, mais est également utilisé en chirurgie pour la préparation d'implants et de bandages, ainsi qu'en pharmacie où il est employé comme hémostatique et agent cicatrisant pour les brûlures.

Et si le collagène de méduse a tant séduit les industriels, c'est qu'il possède quelques particularités. Extrait de la partie externe du derme de méduse (ectoderme), il intéresse particulièrement la cosmétique pour des utilisations sur la peau, contrairement aux autres collagènes utilisés dans l'industrie, issus de poisson ou de bovin, qui proviennent de la partie interne (mésoderme). Par ailleurs, en ces périodes marquées par les épidémies d'ESB et de fièvre aphteuse, le collagène de Rhizostome offre des garanties de sécurité. Enfin, le fait qu'il n'ait pas d'odeur et ne comporte pas de parties allergènes en font un candidat idéal pour l'exploitation.

Une autre molécule intéressante a été extraite des méduses : il s'agit de la fibrilline, dont les propriétés structurales et fonctionnelles jouent un grand rôle dans l'élasticité des tissus. Comme le collagène, on la retrouve dans les préparations cosmétiques, notamment les crèmes antirides, ou alors dans les produits de protection des cheveux. La fibrilline de méduse pourrait même servir à mieux comprendre et à traiter le syndrome de Marfan qui affecte les tissus cardio-vasculaires, oculaires et squelettiques de l'homme, suite à une déficience génétique de la molécule. Collagène et fibrilline de méduses sont actuellement valorisés par la société Javenech, basée à Fougères. ■

→ <http://www.javenech.com/>

Pullulation de méduses Aurelia en mer Rouge.

Les méduses de la Bretagne à la Grande-Bretagne

Même si les travaux sur les Cnidaires ont essentiellement été effectués en Méditerranée par les scientifiques de la station zoologique de Villefranche-sur-Mer, on retrouve en Bretagne des traces d'événements ayant marqué leur histoire.

→ Dans les recherches menées sur le milieu marin, les aspects benthiques (relatif au fond des mers) et pélagiques (relatif à la pleine mer mais loin du fond) ont toujours été traités de façon séparée. Cette constatation associée au fait que les

Cnidaires existent sous deux formes : polype fixé et méduse libre, font que ces deux stades ont été décrits, jusqu'au milieu du XIX^e siècle, de manière totalement indépendante, avec des noms de genre et d'espèce bien distincts - certains

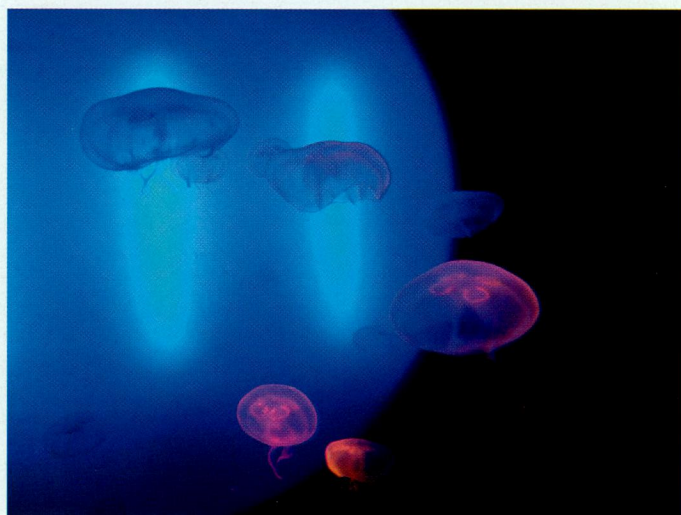
polypes protégés par une pellicule solide et dure ayant même été assimilés à des concrétions calcaires de style stalagmites par les géologues. Anecdote amusante : tandis que les hydraires fixes étaient étudiés à Roscoff, les méduses libres étaient décrites juste de l'autre côté de la Manche... à Plymouth ! Le rapprochement entre ces deux stades sera finalement fait en 1842 sur *Aurelia* par Michael Sars qui va alors décrire le cycle de vie comme l'alternance d'un stade polype (ou phase de multiplication végétative) et d'un stade méduse (voir page 17).

Une partie de l'histoire des Cnidaires naît à Roscoff

En tout cas, la station biologique de Roscoff continue à être associée aux travaux de biologie marine avec, en particulier, des études sur les Cnidaires menées pendant l'entre-deux-guerres par Georges Teissier. Ce scientifique se passionna pour la systématique, l'anatomie, la biologie du développement de ces hydrozoaires. Ses observations l'ont

Cyanea capillata

Rhopilema esculenta



SCIENCES

Quest

Découvrir
à la découverte des sciences



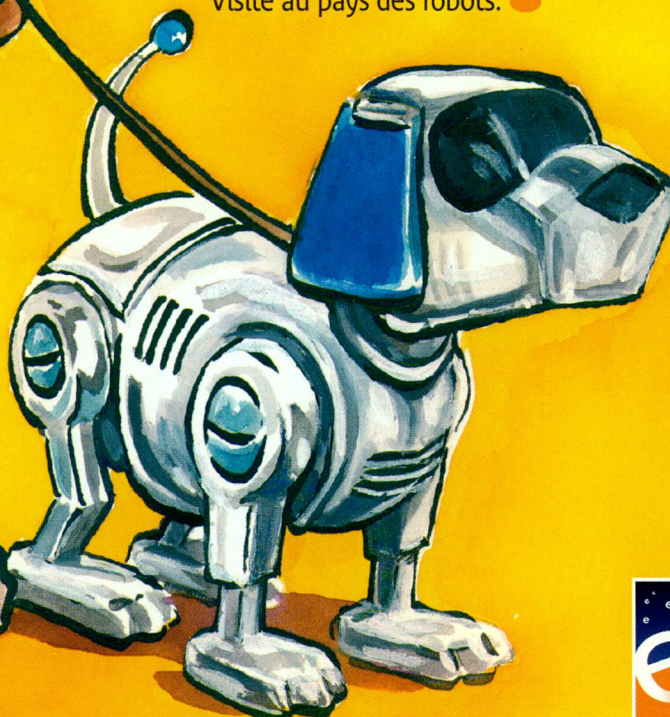
Un défilé de robots

Au service de l'homme

Ils vont sur Mars, se promènent dans le cœur de centrales nucléaires, assemblent des automobiles, font la guerre, distribuent des billets de banque..., mais aussi sophistiqués soient-ils, pas un seul n'arrive à la "cheville" de R2-D2, le petit robot de la "Guerre des étoiles". Et pourtant, Dieu sait que ce dernier est maladroit, peu mobile, lent... En tout cas, si nous sommes encore bien loin de disposer de telles machines, c'est qu'il est extrêmement difficile de leur apprendre à analyser ce qui se passe autour d'elles, et donc à réagir "intelligemment".

Les recherches menées pour résoudre ce problème ouvrent cependant des perspectives extraordinaires.

Visite au pays des robots. ●



NIKOLAZ

Les ancêtres : les automates

D'après le dictionnaire, un automate est "une machine qui, par le moyen de dispositifs mécaniques, pneumatiques, hydrauliques, électriques ou électroniques, est capable d'actes imitant ceux des corps animés."

Les premiers automates sont nés à la fin du XVIII^e siècle, avec l'horlogerie. À cette époque dominée par l'esprit scientifique, l'homme est considéré comme étant une mécanique. Il était dès lors tentant de vouloir le copier. Androïdes (machines à l'image de l'homme) et animaux mécaniques sont ainsi réalisés par des horlogers mécaniciens. Leur but n'est pas tant de divertir, que de faire progresser la science en s'entourant de médecins et de chirurgiens pour l'élaboration de différents organes artificiels. Les grands créateurs de cette époque sont : Vaucanson, Friedrich von Knauss, le baron von Kempelen, Pierre et Louis Jaquet-Droz, l'abbé Mical... Chaque automate est une pièce unique, réalisée après un long et fastidieux travail.

Au début du XIX^e siècle, apparaît une profession : automatiste. Il s'agit d'illusionnistes, qui utilisent des automates pour créer des spectacles. Le plus célèbre est certainement Jean Eugène Robert-Houdin, le père de la "magie" moderne.

Très rapidement, l'automate devient une industrie. Une dizaine d'entreprises (dont les plus connues sont : Thérode, Phalibois, Lambert, Renou, Rouillet-Decamps, Vichy et Bontemps), installées essentiellement dans le quartier du Marais à Paris, réalisèrent de nombreux automates aux performances, certes plus modestes que leurs aînés du XVIII^e siècle, mais très populaires. La Première Guerre mondiale mit fin à cette industrie. ●

Les précurseurs

Tout commence dans les romans de science-fiction. En effet, le mot "Robot" est créé en 1920, par l'écrivain tchèque, Karel Capek, à partir du mot "robota" signifiant "travail forcé", pour une pièce de théâtre : "RUR : Les robots universels de Rossum", jouée en 1921. Le mot s'impose très rapidement, notamment lorsqu'un autre écrivain de fiction, Isaac Asimov définit, en 1942, les "trois lois de la robotique" dans son ouvrage "Les robots" (voir encadré).

En 1961, le jeune ingénieur américain J. Engelberger ouvre le champ des applications industrielles, en créant le premier robot manipulateur, Unimate (Universal mate : compagnon universel). Il s'agit en fait d'une grosse pince, capable de bouger des objets (combustibles nucléaires, par exemple), d'utiliser des outils de soudure, peinture, polissage... Mais, à deux ou trois exceptions près, ces premières machines ne rencontrèrent pas grand succès, tant elles étaient rudimentaires et limitées dans leurs applications. ●

Les trois lois de la robotique

Première loi : Un robot ne peut porter atteinte à un être humain ni, restant passif, laisser cet être humain exposé au danger.

Deuxième loi : Un robot doit obéir aux ordres donnés par les êtres humains, sauf si de tels ordres sont en contradiction avec la première loi.

Troisième loi : Un robot doit protéger son existence dans la mesure où cela n'est pas en contradiction avec la première et la deuxième lois.

D'après Isaac Asimov, *Les Robots, J'ai Lu, 1967.* ●

Le sens des sens

Très vite, dès les années 60, s'est posée la question : comment équiper ces machines d'organes sensoriels, leur permettant d'avoir une perception de la tâche à accomplir et de l'environnement. Il n'est certes pas très difficile d'équiper un robot d'une caméra lui permettant de "voir", ou d'un micro pour "entendre"... mais, que va-t-il faire de ces informations ?

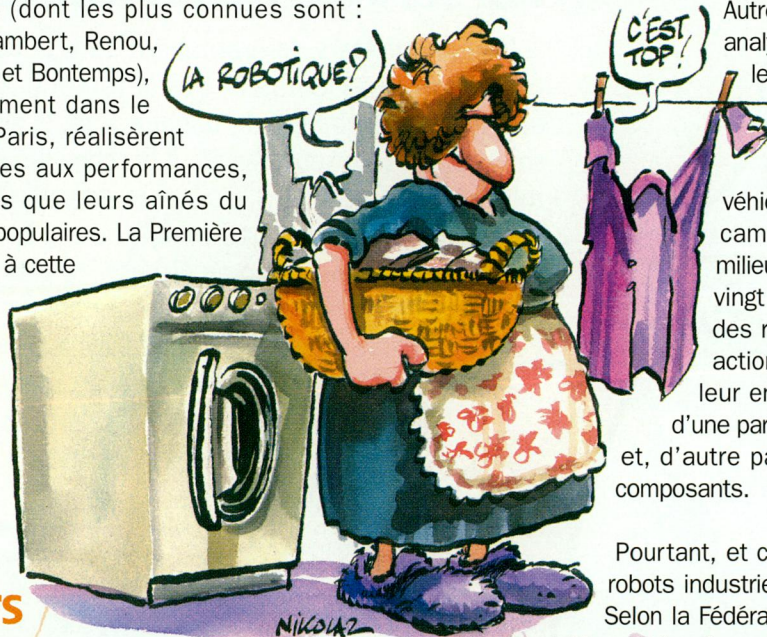
Autrement dit, comment lui apprendre à analyser les données reçues, et à en tirer le bon parti ?

Un premier pas est franchi aux États-Unis avec Shakey, un petit véhicule à quatre roues et équipé d'une caméra, pouvant se déplacer dans un milieu inconnu. Il faudra cependant plus de vingt ans de recherches avant d'obtenir des robots capables de "décider" d'une action, en fonction d'un changement de leur environnement. Cela a été possible, d'une part, grâce aux progrès de l'informatique et, d'autre part, grâce à la miniaturisation des composants.

Pourtant, et contrairement à une idée reçue, les robots industriels sont relativement peu nombreux. Selon la Fédération internationale de robotique (IFR) et l'Association française de robotique industrielle (Afri), il y aurait, tous domaines confondus, un peu moins de 800 000 robots industriels dans le monde (15 000 en France). ●

Trois générations

Les robots sont classés en "générations". Les plus anciens, 1^e génération, étaient seulement capables de répéter indéfiniment une seule tâche. Avec la 2^e génération, on emploie des capteurs qui permettent, par exemple, de reconnaître des formes et d'adapter une tâche à une forme. Enfin, les robots actuels de la 3^e génération parviennent à prendre des décisions simples, grâce à "l'intelligence artificielle", en fonction des modifications de leur environnement. ●



Plein d'avenir pour les robots

Si le domaine de la robotique industrielle n'offre que peu de nouvelles perspectives, il reste bien d'autres domaines où les robots vont connaître dans les décennies à venir un fantastique essor. Le Programme international de robotique avancée (IARP - International advanced robotics programme) dénombreait, voici peu, une centaine de domaines d'applications, que l'on peut ainsi regrouper :

- **L'exploration et l'exploitation des milieux "extrêmes", dans lesquels l'homme ne peut intervenir directement sans danger :** l'espace (exploration du système solaire), les grands fonds marins, les volcans, l'Antarctique, les sites hautement pollués ou radioactifs.
- **Les missions à distance :** travail dans les mines, les carrières, les bâtiments publics, la maintenance des égouts, la conduite assistée ou automatique de véhicules.
- **L'assistance au public :** robotique médicale, permettant d'opérer à distance (dans un bateau, par exemple), aide aux personnes handicapées (chiens d'aveugles) ou âgées, télétravail domestique (surveillance, nettoyage).
- **Les jeux :** les robots ludiques, dont le développement ne cesse de croître depuis quelques années, au point qu'en France, il existe déjà sept magazines consacrés exclusivement au sujet !

Outre les créations d'emplois, les spécialistes estiment que ces marchés devraient atteindre d'ici cinq ans un chiffre d'affaires de l'ordre de sept milliards d'euros par an ! Mais les robots de demain représentent aussi un fantastique défi scientifique. Les domaines de recherche sont immenses. Avez-vous, par exemple, déjà entendu parler de la "robotique d'essai" ? Et bien il s'agit d'obtenir, à partir de comportements élémentaires et de moyens de communications très rudimentaires entre différentes machines, des comportements supérieurs, tels que l'on puisse parler d'intelligence collective ; un peu comme le font les abeilles ou les fourmis ! Cette technique pourrait être utilisée, dans le futur, pour la surveillance de zones très étendues et/ou difficiles à contrôler par l'homme.

Réciproquement, les technologies développées pour les robots trouvent des multitudes d'applications dans notre vie quotidienne. Ainsi, les recherches menées pour faciliter le déplacement des robots, et leur faire éviter les obstacles, commencent à être exploitées dans le domaine de... l'automobile ! Un bon moyen de garantir un peu plus de sécurité sur la route. De la même manière, les travaux portant sur les accumulateurs électriques (impossible de changer les piles d'un robot allant sur Mars !) trouvent également des applications dans les véhicules électriques. ●

Intelligence et vie... artificielles !

L'une des branches les plus étonnantes de la robotique a été pendant longtemps ce que les spécialistes appellent l'IA : l'intelligence artificielle. Sans entrer dans les détails de cette discipline, disons qu'il s'agit d'essayer de donner à une machine, grâce à des programmes informatiques complexes, la capacité d'apprendre par elle-même et donc d'obtenir une "intelligence" propre. L'idée est séduisante, mais on est encore bien loin de la moindre étincelle d'intelligence... En effet, au contraire des êtres vivants, la machine n'apprend jamais par elle-même, mais toujours parce que l'homme la programme...

Il y a quelques années, une autre discipline est née : la VA ou vie artificielle. Il s'agit, là encore, de programmes informatiques censés donner naissance à des "êtres" virtuels, doués d'une autonomie propre. Ici aussi, des fortunes ont été englouties en recherche. Et malgré des annonces tapageuses de "réussites", aucune vie n'a été créée. Juste de pâles imitations de microorganismes. L'une des principales raisons de ces échecs tient au fait des limites de la programmation. En effet, on demande à la machine de réagir de telle ou telle façon en fonction de son environnement. Or, quand la machine réalise une action, elle modifie son environnement ! Du coup, elle doit à nouveau réagir en fonction de ce nouvel environnement... Un véritable cercle vicieux. ●



Un festival de robots

Pour la neuvième année consécutive, se déroulera à La Ferté-Bernard (Sarthe) la Coupe de France de robotique. Coorganisée par la ville de La Ferté-Bernard, VM group (E=M6) et l'ANSTJ (Association nationale sciences et techniques jeunesse), cette manifestation se déroulera dans le cadre du festival Artec (Arts et Technologies) qui aura lieu du 5 au 12 mai 2002. La Coupe de France de robotique est un défi ludique, scientifique et technique proposé aux étudiants des universités et grandes écoles... réunis en clubs ou dans le cadre de projets d'études. Les participants doivent concevoir puis réaliser un robot et participer aux épreuves dont le thème cette année est le billard. Sur une aire de jeu sont disposées aléatoirement 12 billes de billard rouges et noires. Au cours de matchs d'une minute trente, chaque robot doit déposer le maximum de billes dans les 4 poches situées aux coins de la table. ●



Par ailleurs, s'est achevé le 10 mars dernier le Trophée de robotique, à la Cité des sciences de La Villette (Paris). Cette compétition est, quant à elle, réservée aux élèves du primaire à la terminale. Si vous souhaitez y participer l'an prochain, demandez le règlement auprès de : ANSTJ - Robotique - 16, place Jacques Brel - 91130 Ris-Orangis. Tél. 01 69 02 76 18 ou par mail : coupe@anstj.org



Et, pour en savoir plus, allez donc visiter les sites :

<http://www.em6.fr/>

<http://anstj.mime.univ-paris8.fr/>

Un site plein de trouvailles et d'activités scientifiques ! ●



À LIRE, À VOIR, À FAIRE...

- **La robotique**, Georges Giral, Flammarion - Domino n° 136. Un peu technique, mais très complet.
- **Les robots**, Isaac Asimov, Coll. J'ai Lu. Un chef-d'œuvre de la littérature de science-fiction, à lire absolument.
- <http://www.vieartificielle.com/>
Pour ceux qui n'ont pas peur de la technique ni de la difficulté, un site passionnant, plein d'articles et d'informations sur tous les sujets touchant à la robotique, l'informatique, les mathématiques...



CLIN D'ŒIL...

ANPE





Pullulation de *Linuche* en Polynésie (nom local Kéa-Kéa). Elles transforment en quelques jours les eaux du lagon en une bouillie jaunâtre qui ralentit les activités de pêche. Heureusement, ce phénomène est très éphémère.

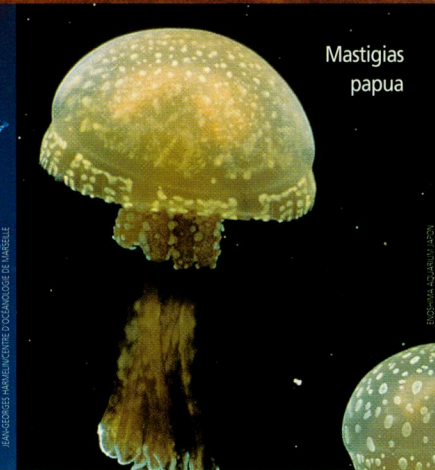
JACQUELINE GOY

Le cycle de Russell

Les méduses sont des animaux migrateurs ! Certaines migrations verticales ou horizontales suivent des rythmes quotidiens ou saisonniers, répondant à des besoins physiologiques tels que l'alimentation ou la reproduction, alors que des pullulations avec des périodicités plus longues restent encore énigmatiques... Le savant anglais Russell décrit un de ces phénomènes dans la Manche en 1933 : à certaines périodes, les espèces présentes en mer Baltique et en mer du Nord ont tendance à descendre, alors qu'à d'autres moments celles tempérées chaudes de l'Atlantique font intrusion dans la Manche, repoussant ainsi les premières, le tout dans un effet de va-et-vient. L'explication scientifique ne sera fournie que dans les années 60-70 : ce sont les cycles hydroclimatiques, d'une périodicité d'environ 30 ans, et en particulier les variations de courant et de température dues à l'entrée du Gulf Stream qui induisent ces fluctuations dans la Manche. "Maintenant que l'on en sait un peu plus sur les courants marins, on peut même relier ces variations avec El Niño", précise Jacqueline Goy. Par ailleurs, l'analyse génétique des populations permet de détecter très clairement l'origine de celles-ci, plutôt de la mer du Nord ou plutôt de l'Atlantique. ■



Aequorea



Mastigias papua

JACQUELINE GOY

JACQUELINE GOY

Les méduses de nos côtes

→ On rencontre *Aurelia* des côtes de Finlande, en mer Baltique, à Brest. C'est une méduse cosmopolite et robuste, qui, par exemple, se satisfait des eaux portuaires telles que celles du Havre. Ces propriétés en font une excellente méduse d'élevage que l'on retrouve dans tous les aquariums !

Chrysaora est une espèce qui nage dans l'Atlantique jusqu'à l'Irlande, mais qui est en fait assez diffuse et que l'on peut retrouver partout.

Aequorea et *Clytia* sont très cosmopolites. La forme hydrique de *Clytia* se fixe très souvent sur les huîtres. On retrouve des images d'*Aequorea* sur des mosaïques antiques.

Rhizostoma circule essentiellement entre les estuaires de la Loire et de la Gironde, des frontières naturelles engendrées par les courants et l'arrivée d'eau douce des deux fleuves. Elles viennent se faire piéger entre les îles de Noirmoutier, Ré et Oléron. ■



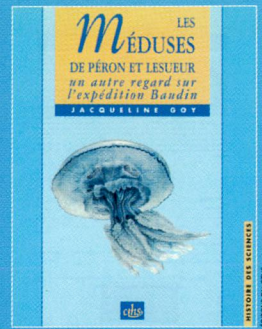
3 façades maritimes, 3 principaux genres de méduse

JACQUELINE GOY

Devenez éleveur de méduses !

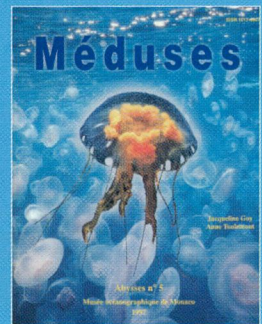
Si vous rencontrez lors de vos pérégrinations une huître habillée d'une petite houpette : les polypes, mettez-la dans un verre d'eau salée à 36g/l. Armé d'une loupe, vous verrez ainsi naître l'hydraire ! Une expérience très facile à réaliser. ■

de la science française de son époque", se souvient avec enthousiasme André Toulmond, l'actuel directeur de la station, qui a eu cette chance de le côtoyer. ■



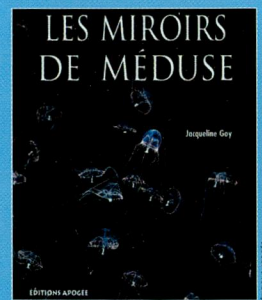
■ Les méduses de Péron et Lesueur. *Un autre regard sur l'expédition Baudin* Éditions du CTHS - Fondation MSH

Cet ouvrage réunit pour la première fois, grâce à Jacqueline Goy, les textes de François Péron et les aquarelles de Charles-Alexandre Lesueur. Partis entre 1800 et 1804 en Australie, les deux hommes ont en effet rapporté de nombreux échantillons d'observation et des dessins qui étaient restés non exploités.



■ Méduses, Abysses n° 5, musée océanographique de Monaco, 1997, Jacqueline Goy et Anne Toulemont

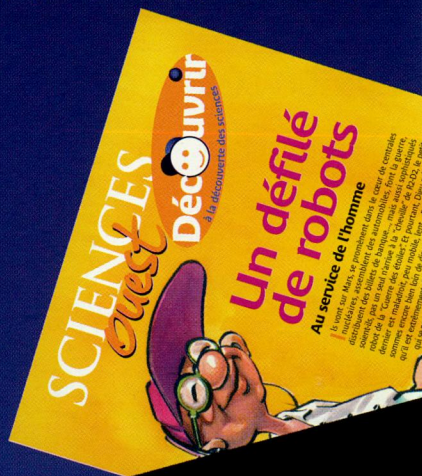
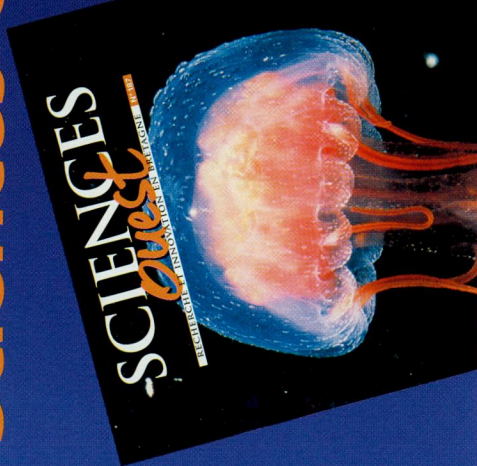
Un ouvrage superbement illustré sur l'animal méduse, dont une partie est réservée à la place de la méduse dans l'art.



■ Les miroirs de Méduse, Apogée, 2002, Jacqueline Goy Émanation de l'exposition réalisée par l'Espace des sciences et le Muséum national d'histoire naturelle, Jacqueline Goy fait ici le parallèle entre la Gorgone Méduse, sortie de l'imaginaire des Grecs et qui n'abandonne pas l'évolution de la pensée humaine, et l'animal méduse d'où a pu partir l'évolution des animaux. Un livre qui réunit biologie et mythologie.

Prochain dossier : Les énergies renouvelables 21

Abonnez-vous et recevez chaque mois Sciences Ouest + Découvrir



Tarif normal

2 ANS 54 € (au lieu de 66€*)
soit 4 numéros gratuits

1 AN 30 € (au lieu de 33€*)

soit 1 numéro gratuit

Tarif étudiant (joindre un justificatif)

2 ANS 27 € (au lieu de 66€*)

1 AN 15 € (au lieu de 33€*)

soit 3 numéros gratuits

soit 6 numéros gratuits

Tarif étranger ou abonnement de soutien

2 ANS 76 € 1 AN 50 €

Je souhaite un abonnement de

- 1 AN (11 N^{os} Sciences Ouest + 11 N^{os} Découvrir)
- 2 ANS (22 N^{os} Sciences Ouest + 22 N^{os} Découvrir)

- Tarif normal Tarif étudiant (joindre un justificatif)
- Tarif étranger ou abonnement de soutien

Nom _____

Prénom _____

Organisme/Société _____

Secteur d'activité _____

Adresse _____

Code postal _____ Ville _____

Tél. _____ Fax _____

- Je désire recevoir une facture

Bulletin d'abonnement et chèque à l'ordre de l'Espace des sciences,
à retourner à : Espace des sciences, 6, place des Colombes, 35000 Rennes.

Développement des politiques scientifiques et technologiques : analyse stratégique

Développement européen

(Iocé série C n° 58 p 10 du 01.03.2000, IHP-Strata-00-1, Partie 2, mesures d'accompagnement)

Présentation

Il s'agit d'analyser et de synthétiser un nombre limité de questions spécifiques de politique scientifique et technologique dans les domaines suivants :

- Politique scientifique et technologique européenne et systèmes nationaux et mondiaux : Dans un contexte d'intégration progressive des économies au niveau mondial et d'internationalisation permanente de la science et de la technologie, étude des interactions de ces tendances et de leurs incidences sur l'élaboration et la mise en œuvre de la politique scientifique et technologique aux niveaux régional, national et européen de contribution communautaire.
- Articulation entre la politique de Recherche et développement technologique (RDT) et les autres politiques : Étude des synergies et des tensions entre les différentes politiques dans le développement de la science, la technologie et l'innovation, ainsi que du potentiel humain de recherche, dans un contexte "systémique", en tenant compte des éventuelles contributions de la RDT à d'autres politiques.
- Gestion de l'évolution de la politique scientifique et technologique : Analyse des tendances et de leurs conséquences sur la conception, la gestion et l'évaluation de la politique de la science, la technologie et l'innovation, en tenant compte de l'élargissement du champ d'action des activités de recherche et de l'accroissement de leurs coûts, ainsi que des budgets limités disponibles et des risques.
- Collaboration dans les domaines de la science, de la technologie et de l'innovation : évolution des besoins et des possibilités d'action : Études de l'élaboration des politiques scientifiques et technologiques pour tenir compte de la contribution de différents types de partenariat à la science, la technologie et l'innovation, ainsi que la manière dont elles se forment et s'adaptent aux changements économiques et institutionnels.

Objectifs

- Renforcement des échanges d'expériences par le rapprochement des décideurs et des experts des secteurs de la conception des politiques et de leur mise en œuvre aux niveaux régional, national et européen ;
- Analyse, synthèse et développement de la connaissance et de la compréhension de questions et de possibilités importantes pour la science et la technologie, d'un point de vue européen, et exploitation de ces connaissances par les décideurs en matière de politique scientifique et technologique, à tous niveaux.

Mesures d'accompagnement proposées

- Études pouvant étayer le programme actuel, mais également les activités futures ;
- Échanges d'information, conférences, séminaires, ateliers, tables rondes, groupes d'étude et autres réunions scientifiques et techniques ;
- Activités d'information, de communication et de diffusion, telles que des publications scientifiques et des activités de promotion et d'exploitation des résultats et de diffusion des connaissances.

Budget indicatif : 1,5 million d'euros.

Date limite de soumission des dossiers : 15/06/2002.

Euro Info Centre Bretagne :
tél. 02 99 25 41 57, eic@bretagne.cci.fr



Poissons survoltés !

Électrocardiogrammes, électroencéphalogrammes... toutes ces techniques révèlent les courants électriques qui nous traversent en raison de l'incessante activité chimique de notre organisme. Mais dans ce domaine, nos performances restent très modestes en comparaison à celles des poissons électriques qui peuvent, pour les plus performants, produire des décharges de plusieurs centaines de volts !

→ Les décharges électriques que peuvent générer certains poissons vont de quelques volts (raies communes, mormyres et gymnarques des fleuves d'Afrique) à plusieurs dizaines (torpilles) ou même quelques centaines de volts (anguilles électriques d'Amazonie ou malpertures du Nil). Certaines torpilles de plus de 60 kg peuvent même atteindre des débits de l'ordre de 120 ampères !

Pour produire de telles décharges, le générateur électrique de ces poissons est constitué d'éléments appelés électroplaques. Ces électroplaques sont de même nature embryonnaire que les fibres musculaires striées, mais elles se sont aplaties et ont perdu leur striation. Des nerfs, disposés sur une seule face, les relient les unes aux autres. Sous l'action de l'influx nerveux de commande (tout à fait analogue à une commande de contraction musculaire dans notre organisme), il y a une inversion de la polarité de chaque côté de la face innervée. Cette inversion est due aux déplacements des ions présents dans les liquides de l'organisme. Il en résulte une différence de potentiel de l'ordre de 0,1 volt entre les deux faces de l'électroplaque (voir le schéma).

Ces électroplaques sont empilées les unes sur les autres et reliées entre elles, la plupart du temps selon un montage en série, ce qui permet l'addition des tensions de chaque élément. Mais, pour que ces tensions s'additionnent, il faut qu'il y ait synchronisation du signal

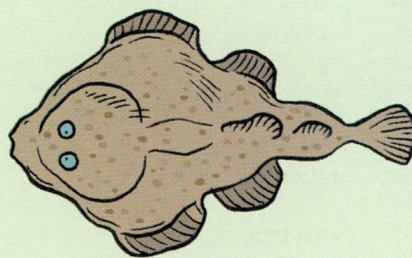
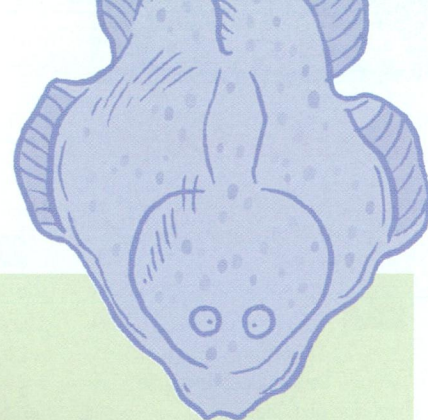
transmis à chaque électroplaque. Compte tenu de la vitesse de propagation de l'influx nerveux, des "retardateurs" d'importance variable assurent cette synchronisation. À ce titre, les raies constituent un cas particulier car la décharge est la résultante statistique d'un nombre très important de décharges non synchrones des différentes électroplaques.

Les espèces à faible décharge n'ont pas la capacité de nuire : elles les utilisent pour détecter des obstacles dans des eaux à visibilité réduite. Les espèces à forte décharge, en revanche, s'en servent également à paralyser leur proie ou repousser un adversaire.

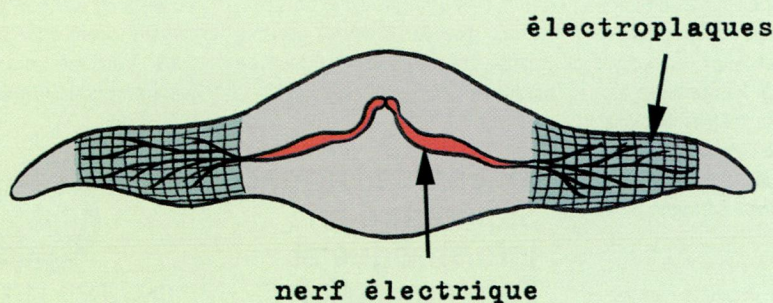
La sécurité conseille donc de ne jamais partir seul à la pêche mais,

dans les zones où ce type de poissons existe, mieux vaut quand même être "isolé" ! ■

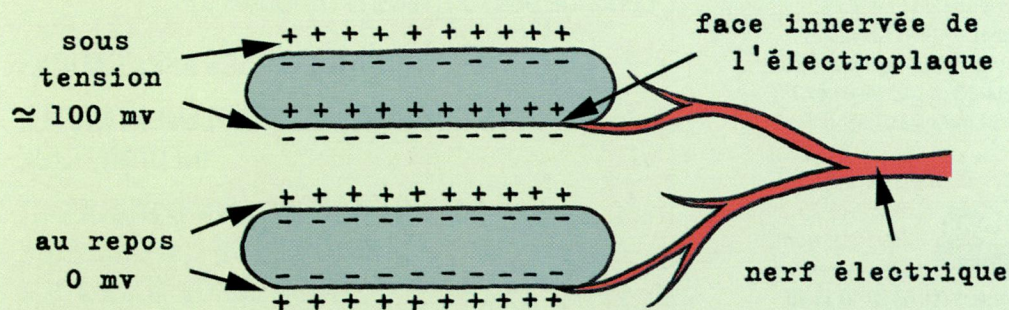
→ Article réalisé en collaboration avec Jean-Pierre Michaut, directeur du Centre de vulgarisation de la connaissance, université Paris-Sud.



TORPILLE
(poisson marin voisin de la raie)



COUPE TRANSVERSALE D'UNE TORPILLE



SCHEMA DU FONCTIONNEMENT D'UNE ELECTROPLAQUE

ALGÈRE

Formations

Formations Supélec

- Sécurité des systèmes d'information



Ce nouveau mastère est délivré par Supélec et l'ENST Bretagne.

→Rens. : Service de la formation continue de Supélec, tél. 02 99 84 45 00.

Formations ENST Bretagne

- Informatique appliquée à la décision bancaire et actuarielle



Coaccrédité par l'ESC Grenoble et

conduit en partenariat avec l'Euria de Brest (Euro institut d'actuariat de l'Université de Bretagne occidentale), ce nouveau mastère a pour objectif de former des spécialistes en informatique et mathématiques de la décision pour le secteur de la banque et de l'assurance. La première rentrée aura lieu début septembre 2002.

→Rens. : Philippe Lenca, tél. 02 29 00 11 75, philippe.lenca@enst-bretagne.fr

Formations Université de Bretagne occidentale

- Médecine du travail, 22 avril.



L'évaluation des risques dans l'entreprise. Public : médecins du travail, médecins spécialistes, infirmiers (ères), auxiliaires de médecine du travail.

→Rens. : Albert Mévellec, service de formation continue de l'UBO, tél. 02 98 01 67 73, albert.mévellec@univ-brest.fr

Formations Adria

- 23 au 25 avril, Rennes. Audit environnemental.



→Rens. : Tél. 02 98 10 18 80, isabelle.dulau@adria.tm.fr

Formations Archimex

- 25 avril. Les acidifiants en alimentation animale : risques et bénéfices.
- 29, 30 et 31 mai. Émulsions et mousses - Formulation, stabilité, propriétés.

→Rens. : Tél. 02 97 47 97 35.

CNRS Formation

- Du 13 au 15 mai, Gif-sur-Yvette.

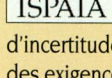


Les puces à ADN, théorie et pratique.

→Rens. : Tél. 01 69 82 44 55.

Formations Ispaia

- 14, 15 et 16 mai. Métrologie et calculs d'incertitudes : approfondissement des exigences.
- 29 et 30 mai. Gestion du risque biologique en laboratoire d'analyses.



→Rens. : Tél. : 02 96 78 61 30, ispaia@zoopole.asso.fr

Formations Irpa

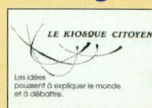


- 15 et 16 mai, Trégastel.

Aménager et entretenir les sentiers. Ce module de formation proposé par l'Institut régional du patrimoine a pour but de donner aux participants les éléments clés, tant pratiques que juridiques, pour la création et l'entretien de sentiers de randonnée.

Conférences

- 22 avril/ Aux origines de l'humanité



Rennes - Une conférence organisée par le Kiosque citoyen et la Fnac et animée par Pascal Picq, maître de conférences au Collège de France. À 18 h à la faculté de droit et de sciences politiques, amph. VI.

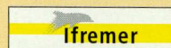
- 24 avril/ Presse quotidienne et diffusion de l'information : quelle est son rôle ? Comment améliorer la circulation de l'information ?

Brest - Ce petit déjeuner Brest-Iroise, dans le cadre des "Technovations 2002". Vous rencontrerez deux professionnels de la presse, Camille

Guillemois, responsable de rédaction de l'édition de Brest de Ouest-France et Sébastien Pannou, journaliste scientifique du quotidien breton. De 8 h 15 à 10 h 15. Inscription recommandée avant le 18 avril.

→Rens. : Murièle Couchevellou, tél. 02 98 05 07 01, murièle.couchevellou@tech-brest-iroise.fr

- 24 avril/ Les caulerpes invasives : mythe ou réalité ?



Brest - Par Thomas Belsher, biologiste, dans le cadre du cycle de conférences proposé par l'Ifremer. Centre Ifremer de Brest - salle de conférences bâtiment Bougainville. Entrée libre et gratuite.

→Rens. : Brigitte Millet, Ifremer, tél. 02 98 22 40 05, bmilllet@ifremer.fr

- 24 avril/ Les marées sur les côtes françaises



Brest - Dans le cadre des conférences du mercredi soir organisées par Océanopolis, celle-ci sera animée par Odile Guérin, conférencière au Planétarium de Bretagne. 20 h 30 à l'auditorium d'Océanopolis, entrée libre et gratuite.

→Rens. : Océanopolis, tél. 02 98 34 40 40, www.oceanopolis.com

- 24 avril/ Nouvelle réglementation sur la gestion des risques : quelles conséquences pour les entreprises ?

Brest - Cette conférence-débat a notamment pour but d'informer les entreprises sur la sortie du nouveau texte législatif les obligeant à concevoir un document d'évaluation des risques, pour le 7 novembre 2002, et sur ses conséquences en terme de responsabilité pour le chef d'entreprise. À 17 h à la CCI de Brest. Sur inscription (réservée aux cadres et dirigeants d'entreprises).

→Rens. : Jean-Pierre Salaun, tél. 02 98 44 52 58

Institut de Formation Supérieure en Informatique et Communication

UNIVERSITE DE RENNES 1

Vous souhaitez reprendre vos études, valider vos connaissances ou acquérir de nouvelles compétences en informatique...
L'IFSIC vous propose de suivre en formation continue ses formations diplômantes :

FORMATION CONTINUE

DESS INFORMATIQUE ET SES APPLICATIONS

DESS COMPETENCE COMPLEMENTAIRE EN INFORMATIQUE

DESS METHODES INFORMATIQUES ET TECHNOLOGIES DE L'INFORMATION ET DE LA COMMUNICATION

DU GENIE LOGICIEL

IUP METHODES INFORMATIQUES APPLIQUEES A LA GESTION

LICENCE/MAITRISE D'INFORMATIQUE

CONTACT / INFORMATIONS :
Service Formation Continue
4, rue Kléber 35000 Rennes
02 23 23 39 50 - <http://sfc.univ-rennes1.fr>

Contactez-nous pour paraître dans le prochain *Sciences Ouest* !

Tél. 02 99 35 28 22 - Fax 02 99 35 28 21- redaction@espace-sciences.org

Appels à projet

● Prix Roberval 2002



Prix francophone du livre et de la communication en technologie, le prix Roberval est un concours international qui a pour ambition de favoriser la diffusion des connaissances technologiques et leur expression en langue française. Plusieurs catégories sont récompensées : livres destinés au grand public ou à l'enseignement supérieur, émissions de télévision, CD-Rom multimédias. La date limite de dépôt des candidatures est fixée au 15 avril.

→Rens. : www.utc.fr/evenements/roberval

● Ensemble pour gérer le territoire



La Fondation de France lance le programme "Ensemble pour gérer le territoire", au travers de son mécénat environnement 2002. Ce programme a pour but d'appuyer financièrement l'élaboration, la mise en œuvre et le suivi d'action de concertation entre les acteurs concernés par la gestion d'un site ou d'une ressource naturelle, ou encore par un projet d'aménagement ayant un impact sur l'environnement. La date limite de dépôt des dossiers est fixée au 20 avril 2002.

→Rens. : Fondation de France - Délégation Bretagne, tél. 02 99 38 24 22, www.fdf.org

● Start West, deuxième édition



Organisée notamment en partenariat avec Nantes Atlantique, Place Financière, France Technopoles, Deloitte & Touche, l'Anvar et le Conseil régional de Bretagne, la deuxième édition de Start West, "Les Rencontres du capital et de l'innovation de la région grand Ouest" se tiendra les 30 et 31 mai prochains à Rennes. L'objectif : mettre en relation des porteurs de projets et des investisseurs privés et institutionnels de tout le grand arc Atlantique, avec une nouveauté cette année : l'ouverture à une échelle nationale et européenne. Les porteurs de projets ont jusqu'au 26 avril pour s'inscrire et participer à la manifestation.

→Rens. : www.start-west.com

● Rencontres biologie-physique



Ces premières Rencontres biologie-physique du grand Ouest (RBPGO), qui auront lieu à Rennes les 4 et 5 juillet prochains, ont pour objectif de dresser un état des lieux de la recherche à l'interface biologie-physique sur la région Ouest et de stimuler les échanges de techniques, de savoir-faire et les collaborations entre physiciens, biologistes et biophysiciens.

Deux grands thèmes seront abordés : Biophysique cellulaire (Éric Karsenti de l'Institut Monod de Paris) et Structure/Fonction des macromolécules (Éva Pebay-Peroula de l'Institut de biologie structurale de Grenoble). Campus de Beaulieu ; inscriptions et résumés à fournir avant le 30 avril 2002.

→Rens. : <http://rbpgo.univ-rennes1.fr/>

Stages

● Écologie marine et gestion de l'environnement

Le muséum d'histoire naturelle - station biologique de Concarneau - propose des stages naturalistes ayant pour objet la prospection des fonds rochers subtidiaux de Bretagne : suivi du réseau benthique, inventaires des crustacés décapodes en marée à pied, initiation à la fiche de relevé MNHN dans le cadre du suivi *Erika*... ils ont lieu à Concarneau, aux Glénans, à Bréhat, Groix ou Belle-Île, et sont destinés à des biologistes, des naturalistes et/ou plongeurs (niveau II FFESSM minimum).

→Renseignements et formulaires à demander dès que possible à la station biologique marine du MNHN de Concarneau, Sandrine Derrien, tél. 02 98 97 06 59, derrien@mnhn.fr

Expositions

● Jusqu'au 11 avril/ Planète gourmande

Rennes - Cette exposition sur l'alimentation est présentée par l'Espace santé de la Caisse primaire d'assurance maladie d'Ille-et-



Vilaine, pour une meilleure compréhension des habitudes alimentaires.

Réflexions sur l'alcool, débats sur les troubles de conduite alimentaire, rappel de l'importance d'une alimentation équilibrée à toutes les étapes de la vie..., de nombreuses animations sont proposées lors de la visite.

→Rens. : Espace santé, 8, rue de Coëtquen, 35000 Rennes. Du lundi au vendredi de 9h à 12h et de 13h45 à 18h.

● Jusqu'au 17 avril/

Pas si bête 1000 cerveaux, 1000 mondes : le cerveau en question

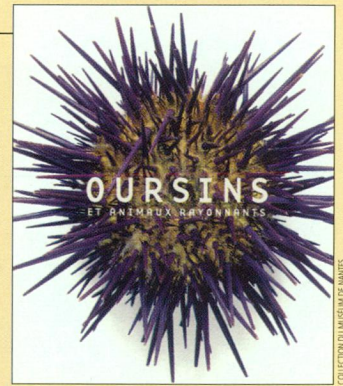
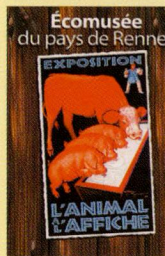
Laval - La nouvelle exposition du CCSTI de Laval dévoile les mystères de cette machine bien complexe qu'est le cerveau, dans le monde des animaux. L'équipe du CCSTI est là pour répondre aux questions et aborder des thèmes comme la mémoire, l'apprentissage... qui concernent l'homme de près.

→Rens. : CCSTI de Laval, musée des Sciences, tél. 02 43 49 47 81, animation.ccasti@mairie-laval.fr

● Jusqu'au 22 avril 2002/ L'animal à l'affiche

Rennes - Présentée à l'Écomusée du pays de Rennes, cette exposition a été réalisée par l'Écomusée de la Bresse bourguignonne. Affiches agricoles anciennes et contemporaines, plaques émaillées publicitaires illustrent, au travers de différents mouvements artistiques entre la fin de XIX^e siècle jusqu'aux années 1970, l'évolution des mentalités et les développements agricoles.

→Rens. : Écomusée du pays de Rennes. Ferme de la Bintinais. Tél. 02 99 51 32 47.

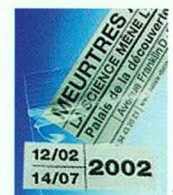


● Jusqu'au 18 août/ Oursins et animaux rayonnants

Nantes - Oursins, ophiures, lys, concombres ou étoiles de mer, venez découvrir ces animaux étranges, soit actuels et vivants, soit au travers de fossiles, ou encore des photos et des sculptures de Vincent Leray. Regards croisés d'un artiste et de scientifiques.

→Rens. : Muséum d'histoire naturelle de Nantes, tél. 02 40 99 26 20, <http://www.museum.nantes.fr>

Sortir



● Jusqu'au 12 juillet/ "Meurtres au Palais"

Paris - Le Palais de la découverte propose une exposition intitulée "Meurtres au Palais, la science mène l'enquête", dans laquelle les visiteurs se transforment en détectives pour mener l'enquête sur deux faits divers et découvrir les différents procédés d'investigation scientifique et technique.

→Rens. : Palais de la découverte, tél. 01 56 43 20 20, www.palais-decouverte.fr

QUI A DIT ?

Réponse de la page 7

Bernard Le Bovier de Fontenelle (1657-1757), philosophe et poète français dans Artémise. Alliant science et littérature, il tâchait d'offrir à ses lecteurs mondains une synthèse attrayante des progrès scientifiques accomplis en son temps.

Exposition

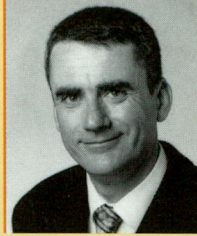


Le miroir de Méduse Biologie et mythologie

● C'est bien sûr l'ouverture de cette exposition, le 11 avril, qui a guidé le thème de ce numéro ! Et si ce dossier vous a donné envie de rencontrer ces animaux surprenants, rendez-vous devant l'aquarium...

→ Du lundi au vendredi de 12 h 30 à 18 h 30 et le samedi de 10 h à 18 h 30. Animations : tous les jours à 16 h. → Plein tarif : 2 € ; réduit : 1 € ; 25 € pour les groupes scolaires ; gratuit pour les enfants de moins de 12 ans accompagnés. → Renseignements et réservations : tél. 02 99 35 28 28.

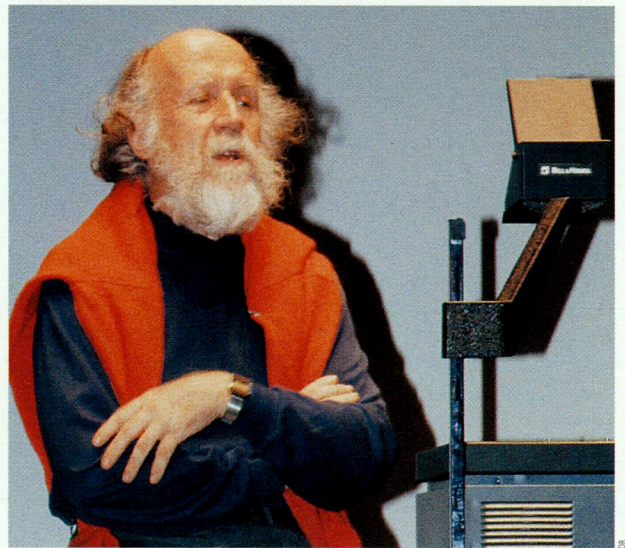
Départ



● S'il vous est arrivé de louer une des expositions itinérantes proposées par l'Espace des sciences, vous connaissez certainement Frédéric Primault, le responsable du service diffusion. Après douze années passées à l'Espace des sciences, il nous quitte pour rejoindre la délégation régionale Bretagne de la Fondation de France. Il est remplacé par Patrick Le Bozec qui travaillait précédemment au planétarium de Pleumeur-Bodou. Nous leur souhaitons à tous les deux bonne chance dans leur nouvelle prise de fonction.

Conférences

LES DIALOGUES DU CIEL ET DE LA VIE



● Mardi 16 avril

L'Espace des sciences accueille Hubert Reeves, bien connu pour ses narrations et ses ouvrages de vulgarisations extraordinaires sur l'origine et l'organisation de l'univers, pour une conférence sur les dialogues du ciel et de la vie.

Les invitations seront réservées aux visiteurs de l'exposition "La vie lactée", jusqu'au 3 avril.

→ 18 h 30 au Triangle, bd de Yougoslavie, Rennes.

→ Rens. : Magali Colin, tél. 02 99 35 27 71.

LE MIROIR DE MÉDUSE

Dans le cadre de l'exposition Le miroir de Méduse - Biologie et mythologie, l'Espace des sciences vous convie à deux conférences spectacles, au cours desquelles le discours des scientifiques sera accompagné de créations artistiques inspirées par les méduses.

● Mercredi 24 avril

La vie étrange des méduses, par Jacqueline Goy, maître de conférences du laboratoire d'ichtyologie du Muséum national d'histoire naturelle.

● Mercredi 29 mai

Méduses, gorgones et anémones au service de la santé, par Thierry Auffret van der Kemp, ingénieur de recherche.

→ 20 h 30, maison du Champ-de-Mars, Rennes.

Eau

Transport

Propreté

Energie

n°1 Mondial des services à l'environnement

Vivendi Environnement a pour vocation de satisfaire, au quotidien, les besoins essentiels des populations, dans le respect des ressources naturelles. L'eau, la propreté, les transports collectifs et les services énergétiques au service des consommateurs, des collectivités et des industriels. Vivendi Environnement est le seul acteur du marché présent dans tous les services à l'environnement. Implanté dans plus de 100 pays, il rassemble 250 000 collaborateurs et réalise un chiffre d'affaires de plus de 26,6 milliards d'euros.

Tenez-vous informé 0 805 800 000
appel gratuit à partir d'un poste fixe
www.vivendienvironnement.com

VIVENDI
Environnement

Calvi Casablanca Cayenne Clermont-Ferrand Copenhague Deauville Dublin Düsseldorf Edimbourg Florence Fort-de-France
 Nuremberg Oslo Papeete Paris Charles-de-Gaulle Paris Orly Pau Perpignan Pointe-à-Pitre Porto Prague Rome
 Francfort Genève Gothenburg Grenoble Hambourg Hanovre Istanbul Le Havre Lille Limoges Lisbonne Londres Los Angeles Luxembourg
 St-Denis St-Petersbourg Séville Shannon Stockholm Strasbourg Stuttgart Toulon Toulouse Turin Varsovie Venise Vienne Zurich

70 destinations

parce que nous allons là où vous allez



L'Aéroport de Rennes est la porte ouverte idéale pour la France et l'Europe. Une porte qui vous donne un accès simple ou direct à de nombreuses destinations. Avec des horaires adaptés, des vols directs et des correspondances rapides, vous y gagnez en temps, vous y gagnez en commodité.

www.rennes.aeroport.fr
 Les horaires en temps réel
 3615 RENNAIR (0,2€ TTC/mn)



AÉROPORT DE RENNES
 Chambre de Commerce et d'Industrie de Rennes

Contact Aéroport : 02 99 29 60 00



★ EURO RSCG & Cie